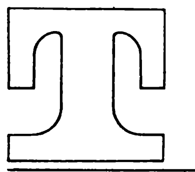


ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ

Н. А. Силантьева
В. Р. Малиновский

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА В МАШИНОСТРОЕНИИ

МАШИНОСТРОЕНИЕ



ДЛЯ ТЕХНИКУМОВ

Н.А. Силантьева
В.Р. Малиновский

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА В МАШИНОСТРОЕНИИ

2-е издание, переработанное и дополненное

Допущено Министерством автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения СССР в качестве учебника для учащихся средних специальных учебных заведений по курсу "Техническое нормирование труда в машиностроении"



Москва
Машиностроение
1990

ББК 65.9 (2) 304.15-6я723
С36
УДК [658.53 : 621] (075.32)

Рецензент *Л. И. Щеткин*, преподаватель Московского станкоинструментального техникума

Силантьева Н. А., Малиновский В. Р.
С36 Техническое нормирование труда в машиностроении: Учебник для учащихся сред. спец. учеб. заведений по курсу «Техническое нормирование труда в машиностроении». — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1990. — 256 с.: ил.
ISBN 5-217-00893-8

Изложены основы нормирования труда в машиностроении в новых условиях хозяйствования для достижения высоких конечных результатов. Описана методика установления норм времени при работе на металлорежущих станках. Даны примеры расчета технически обоснованной нормы времени для одноинструментной и многоинструментной обработки одно- и многостаночного обслуживания. Освещены вопросы нормирования труда при выполнении заготовительных, слесарных, сборочных, сварочных, ремонтных и других работ.

Во втором издании (1-е изд. 1981 г.) более полно освещены вопросы нормирования труда при использовании прогрессивного технологического оборудования (станки с ЧПУ и др.), учтены новые нормативные материалы и стандарты.

С $\frac{2701010000-187}{038(01)-90}$ 187—90 **ББК 65.9 (2) 304.15-6я723**

ISBN 5-217-00893-8

ПРЕДИСЛОВИЕ

На всех этапах развития народного хозяйства Коммунистическая партия Советского Союза всегда обращала особое внимание на необходимость дальнейшего совершенствования нормирования труда. В «Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года», принятых XXVII съездом КПСС, поставлена задача «значительно улучшить нормирование труда, обеспечивая его тесную увязку с проводимой работой по совершенствованию форм организации и оплаты труда, аттестации рабочих мест. Расширить применение технически обоснованных норм и нормативов, систематически пересматривать их с учетом внедрения новой техники, передовой технологии и организации труда». Выполнение этой задачи во многом зависит от уровня профессиональной подготовки специалистов, занимающихся нормированием труда, ибо развитие производства постоянно предъявляет новые, более сложные требования к ним. Профессиональная подготовка кадров, как указывалось на XXVII съезде КПСС, стала «назревшей проблемой», которая определяет успех дела перестройки системы управления и методов хозяйствования.

Научно-технический прогресс приводит к резкому возрастанию объема знаний, необходимых для нормирования труда, поэтому становятся уже недостаточными знания, основанные на усвоении определенной суммы фактов, которые учащиеся получают в рамках небольшого количества учебных часов, отведенных курсу «Техническое нормирование труда». Теперь цель обучения должна быть шире. Надо, чтобы учащийся умел самостоятельно пополнять свои знания, творчески ориентироваться в растущем потоке информации. Учащийся должен приобрести навыки нового мышления, которое отражало бы потреб-

ность в ускорении социально-экономического развития страны, стремление выйти на качественно более высокий уровень своих знаний, находить, ставить и решать задачи, направленные на экономию рабочего времени, рост производительности труда, и в этом ему должны помогать учебники.

В этой связи ряд вопросов в книге изложен многовариантно, приведены методические примеры и нормативы для самостоятельного приобретения учащимися практических навыков нормирования труда.

Учебник составлен в соответствии с утвержденной программой курса «Техническое нормирование труда» для средних специальных учебных заведений.

При изложении материала авторы исходили из того, что учащиеся наряду с этим курсом изучают такие смежные дисциплины, как технология, организация, экономика, планирование машиностроительного производства и др. Поэтому в учебнике теория резания металлов и другие технологические и организационные вопросы затрагиваются лишь в объеме, необходимом для непосредственного изучения конкретного раздела курса нормирования труда.

Учащиеся должны усвоить, что установление меры затрат труда осуществляется на основе комплексного решения ряда технических, организационных, экономических и социальных задач, и знать возможности их решения на ЭВМ. В методических примерах использованы типовые технологические операции, наиболее распространенные в машиностроении, и учтены требования ГОСТов, Единой системы технологической документации и Единой системы измерений.

Предисловие, введение и главы I, III и IV написаны канд. экон. наук Н. А. Силантьевой, гл. II, приложения — инж. В. Р. Малиновским. При написании гл. II и приложения 2 использованы материалы Е. В. Малиновской.

ВВЕДЕНИЕ В КУРС «ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА»

В основе существования человеческого общества лежит труд. Трудовой процесс обеспечивает производство необходимых обществу средств существования. Как указывалось на XXVII съезде КПСС, «труд — основной источник материального и духовного богатства общества, главный критерий социального престижа человека, его священная обязанность...», «Именно трудом реализуются наши планы, воплощаются в конкретные дела».

Труд людей в процессе производства всегда выступает как коллективный или совместный, общественный труд, который требует соответствующих форм его организации, основанных на измерении и планомерном распределении количества труда между производителями. К. Маркс писал, что «... количество самого труда измеряется его продолжительностью, рабочим временем, а рабочее время находит, в свою очередь, свой масштаб в определенных долях времени, каковы: час, день и т. д.» [1]. Мера [2] труда (рабочее время) — категория экономическая. Измерение затрат труда позволяет установить необходимое количество труда на выполнение определенной работы — нормы [3], т. е. нормировать труд.

В условиях социалистического общества нормирование труда, отвечая действиям экономических законов, Закона СССР о государственном предприятии (объединении), исходит из научных принципов организации труда и основывается на инженерно-технических, экономических расчетах, учитывающих психофизиологические и социальные факторы в производстве. Такое нормирование труда

[1] **Маркс К., Энгельс Ф.** Соч. Т. 23. С. 47.

[2] Мера — способ определения количества по принятой единице. Мера времени — годы, месяцы, дни, часы и т. д.

[3] Норма — общее правило, которому надо следовать во всех подобных случаях.

является научно обоснованным или, как его принято называть, техническим нормированием труда [27].

Содержание курса «Техническое нормирование труда» составляют теоретические и практические вопросы изучения и измерения затрат труда, выявления резервов рабочего времени и установления нормы времени как меры индивидуального или коллективного труда.

Предметом курса «Техническое нормирование труда» являются исследование трудовых процессов и на их основе установление технически обоснованных норм времени. Курс «Техническое нормирование труда», имея свое особое содержание, располагает специфическими средствами изучения труда и может быть выделен в самостоятельную область научных знаний.

Важнейшей задачей нормирования труда является последовательное улучшение организации труда и производства, снижение трудоемкости продукции, усиление материальной заинтересованности работников в повышении эффективности производства, поддержание экономически обоснованных соотношений между ростом производительности труда и заработной платы. Нормирование труда должно способствовать активному внедрению достижений науки и техники, прогрессивной технологии [27].

Роль и значение технического нормирования труда вытекают из тех функций, которые выполняет норма затрат рабочего времени на предприятии. Каждая норма затрат рабочего времени выполняет в производстве следующие функции: меры труда, которая позволяет определять количество затрат общественно необходимого труда на выполнение определенного объема работы, а также долю участия индивидуального труда в общественном труде; меры оплаты за труд, которая позволяет реализовать требования экономического закона распределения по количеству затрат труда и его качеству, критерия эффективности внедряемых технологических процессов, мероприятий по рационализации производства и передовых методов труда; основы для планирования и организации производства, а также для проектирования новых предприятий.

Выполняя эти функции, технически обоснованная норма времени выступает как один из экономических рычагов хозяйственного механизма, воздействующего на эффективность и качество работы. Последнее обуслов-

лено тем, что технически обоснованная норма времени устанавливает не только необходимое время на выполнение определенной работы, но и те условия труда, при которых может быть достигнут высокий конечный результат при наименьшем утомлении рабочего.

Если сравнить нормативные условия выполнения работы с фактическими, то можно выявить резервы самого труда, а также резервы в использовании средств и предметов труда, обнаружить отклонение от нормальных условий работы и своевременно устранить их причины.

Борьба за использование всех резервов производства, за экономию времени является одной из важнейших задач на современном этапе социально-экономического развития страны. Экономия рабочего времени позволяет достичь роста производительности труда, что является основным средством повышения эффективности общественного производства и благосостояния трудящихся. Производительность труда определяется количеством продукции, изготовленной в единицу времени. Как отмечал В. И. Ленин, «производительность труда, это, в последнем счете, самое важное, самое главное для победы нового общественного строя»[1]. Согласно постановлению XXVII съезда КПСС в двенадцатой пятилетке «... практически весь прирост национального дохода, продукции промышленности и других производственных отраслей намечено получить за счет увеличения производительности труда».

Чтобы правильно организовать высокопроизводительный труд, осуществить расстановку рабочих по рабочим местам, надо прежде всего установить технически обоснованную норму на каждую выполняемую работу, а чтобы установить такую норму, каждое рабочее место должно быть организовано в соответствии с принципами научной организации труда (НОТ). В этом проявляется органическая взаимосвязь НОТ и технического нормирования труда. Внедрение НОТ можно рассматривать как комплекс научно обоснованных организационных, технических и социальных мероприятий, планомерно или систематически проводимых на предприятии. Планы НОТ направлены на внедрение в производство наиболее совершенных форм разделения и кооперации труда,

[1] **Ленин В. И.** Полн. собр. соч. Т. 39. С. 21.

создание рационально оснащенных рабочих мест и систем их обслуживания, наиболее благоприятных для человека условий труда. Реализация планов НОТ находит свое отражение в технической норме труда, поэтому техническое нормирование труда часто рассматривают как составную часть НОТ.

На организацию конкретного труда в производстве оказывает непосредственное воздействие общественная организация труда, основы которой определяются общественным строем.

В капиталистическом обществе, цель которого — получение максимальной прибыли частным капиталом, нормирование труда находится под контролем тех, кто владеет производством. Оно направлено на повышение степени эксплуатации трудящихся и способствует росту безработицы. Капиталисты получают громадные прибыли, заставляя рабочих работать быстрее за счет увеличения расхода нервной и мускульной энергии, выжимать из рабочего во много раз больше труда в течение того же «рабочего дня». В статье «Научная» система выжимания пота» В. И. Ленин писал, что «прогресс техники и науки означает в капиталистическом обществе прогресс в искусстве выжимать пот... Выжмут все силы рабочего и выгонят его вон»[1]. На это направлена политика в области нормирования труда и нормативной работы, которая на современных капиталистических предприятиях разрабатывается на уровне Совета директоров и президента компании.

С ростом технической вооруженности предприятий в капиталистических странах все больше видов труда охватывается нормированием, цели и методы которого характеризуются сочетанием высокой точности норм и нормативов, применяемых для обеспечения организованного хода производственного процесса, с элементами субъективизма и произвола при установлении норм.

В социалистическом обществе, где целью общественного производства является наиболее полное удовлетворение растущих материальных и духовных потребностей человека, техническое нормирование труда, опираясь на научно-технические достижения и творческую инициативу трудящихся, приводит к снижению трудоемкости,

---

[1] **Ленин В. И.** Полн. собр. соч. Т. 23. С. 19.

повышению качества продукции и росту производительности труда.

При социализме техническое нормирование труда— это установление меры участия работников в совокупном общественном труде, результат которого поступает в распоряжение общества. Оно приобретает общегосударственное значение. Как записано в Конституции (Основном законе) СССР, государство, сочетая материальные и моральные стимулы трудовой деятельности, осуществляет контроль за мерой труда и мерой потребления в соответствии с социалистическим принципом распределения: «От каждого — по способностям, каждому — по труду» [5]. Поэтому на социалистических предприятиях техническое нормирование труда направлено в интересах трудящихся на обеспечение проведения в жизнь этого принципа.

Коммунистическая партия и Советское правительство уделяли и уделяют постоянное внимание развитию технического нормирования труда. Процесс развития технического нормирования труда в нашей стране можно представить, если условно выделить и рассмотреть следующие его этапы.

Первый этап. По указанию В. И. Ленина в первые годы Советской власти в стране началась работа по изучению трудовых процессов. В работе «Очередные задачи Советской власти» В. И. Ленин поставил задачу изучения американской системы повышения производительности труда, «...соединив эту систему с сокращением рабочего времени, с использованием новых приемов производства и организации труда без всякого вреда для рабочей силы трудящегося населения» [1]. Этим было положено начало создания социалистической системы нормирования труда, основанной на аналитическом методе, позволяющем устанавливать технически обоснованные нормы времени.

Первыми взялись за изучение трудовых процессов, установление и пересмотр норм рабочие-металлисты. Были созданы для этого специальные тарифно-нормировочные бюро (ТНБ) на заводах. Для осуществления методического руководства и контроля за их работой в общегосударственном масштабе в 1921 г. В. И. Ленин подписал Декрет Совета Труда и Обороны об организации Центрального института труда (ЦИТ) [4], а в 1925 г. состоялась первая Всесоюзная конференция работников ТНБ, которая определила содержание, цели и задачи нормирования труда на социалистических предприятиях. На первом этапе норма времени выполняла лишь функцию регулирования заработной платы. Преобладало так называемое тарифное нормирование труда. Нормы труда устанавливались опытно-статистическим методом (по нарядам или типовым нормам на аналогичные работы)

---

[1] **Ленин В. И.** Полн. собр. соч. Т. 36. С. 141.

или на основе показа работы работниками из группы экспериментаторов [1].

Второй этап. На этом этапе нормирование труда характеризуется дальнейшим развитием организационных форм и разработкой первых нормативных материалов (1926—1927 гг.) для установления норм времени. В постановлении ЦК ВКП(б) от 24 марта 1927 г. было записано: «Придавая особо важное значение в связи с рационализацией производства делу нормирования труда и установления на основе твердых норм выработок сдельных расценок, обязать хозяйственные и профессиональные организации усилить работу в этой области и укрепить всемерно тарифно-экономические отделы профсоюзов и отделы экономики труда промышленности... Особое внимание должно быть уделено постановке нормирования на новых предприятиях» [4].

Реализация этого постановления потребовала создания специального Совета по техническому нормированию труда при ВСНХ СССР, который разработал «Основные положения и методы нормирования труда» и ряд других методических документов. Появилось понятие «техническое нормирование труда» [2]. Нормы начинают использоваться в планировании и рационализации производства. В промышленности началось внедрение нормативов по труду.

В резолюции XVII партийной конференции (1932 г.) было указано, что в основу правильной организации труда и внутризаводского планирования должно быть положено техническое нормирование. Партия осудила практику установления норм труда без учета передовых методов работы и организационно-технических возможностей производства.

В решении декабрьского (1935 г.) Пленума ЦК ВКП(б) указывалось, что «преобладание в практике нормирования так называемых опытно-статистических норм, равнение па выработку слабо владеющего техникой своего производства рабочего, отсутствие при установлении норм выработки подлинного анализа роста производственных возможностей предприятия и цеха, роста энерговооруженности рабочего, роста его технического и культурного уровня — все это делает существующую практику нормирования труда тормозом на пути дальнейшего роста производительности труда и заработка рабочих». Этим решением партия поставила задачу заменить опытно-статистическое нормирование труда технически обоснованным.

Третий этап. Решения партии легли в основу коренной перестройки технического нормирования труда. На этом этапе (1936—1940 гг.) под руководством партии и правительства осуществляется перестройка организационной структуры органов технического нормирования. На предприятиях создаются отделы труда и заработной платы (ОТиЗ) и технико-нормировочные бюро. Пересматриваются ранее выпущенные нормативы по труду и другие руководящие материалы (по изучению труда и пр.). Нормирование труда все в большей степени становится технически обоснованным. Значительная часть норм труда стала устанавливаться исходя из проверки всех производ-

---

[1] Из числа высококвалифицированных рабочих на заводах создавались группы экспериментаторов для показа методов работы и установления нормы труда.

[2] Одна из первых работ Я. М. Пунского называлась «Техническое нормирование и участие в нем мастера» (1927 г.).

ственных возможностей цеха, предприятия с учетом передового опыта труда стахановцев. Сфера внедрения технических норм расширилась.

Четвертый этап. В послевоенные годы начался новый этап в развитии технического нормирования. В пятилетнем плане развития народного хозяйства СССР на 1946—1950 гг. была поставлена задача дальнейшего расширения применения технически обоснованных норм труда с учетом передовой технологии и возросшей технической вооруженности труда рабочих. Процесс развития технического нормирования труда становится плановым и централизованным. Указом Президиума Верховного Совета СССР от 24 мая 1955 г. был образован Государственный комитет Совета Министров СССР по вопросам труда и заработной платы, на который было возложено руководство процессом дальнейшего развития технического нормирования в стране. При нем были созданы Научно-исследовательский институт труда (НИИтруда) и Центральное бюро промышленных нормативов по труду (ЦБПНТ), которое начало создавать общемашиностроительные нормативы по труду на основе проведения широкой исследовательской работы по изучению трудовых процессов.

Пятый этап. В 60-е годы процесс развития технического нормирования труда ускорился, ибо была уже достаточно разработана наука о нормировании труда на социалистических предприятиях, создана нормативная база, охватывающая до 70 % работ в промышленности, налажена координация работ всех отраслевых подразделений по нормированию труда на основе единого планирования их работы. В этот период партия особое внимание уделяла задачам повышения эффективности общественного производства, улучшения организации труда. Реализации этих задач способствовало проведение в 1967 г. Всесоюзного совещания по организации труда, которое рекомендовало положить в основу нормирования критический анализ существующей организации труда. Техническое нормирование начало выступать в органической связи с НОТ.

Шестой этап. В 70 — 80-е годы резко возрастает роль нормирования труда в связи с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 12 июля 1979 г. «Об улучшении планирования и усилении воздействия хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы». Этим постановлением предусматривалось введение таких плановых показателей, в основе расчета которых лежит норма затрат труда. Функции норм затрат труда расширяются на предприятии. Они становятся экономическим рычагом, стимулирующим рост производительности и качества труда. Нормирование контролируется не только государством, но и каждым трудовым коллективом.

Апрельский (1985 г.) Пленум ЦК КПСС выдвинул установку на ускорение социально-экономического развития нашего общества, что требует качественного улучшения нормирования труда, повышения точности определения меры труда. В июне 1985 г. Совет Министров СССР и ВЦСПС приняли постановление «О мерах по улучшению нормирования труда в народном хозяйстве». Этим постановлением было признано необходимым не только осуществить повсеместно планомерную проверку действующих норм выработки, имея в виду привести их в соответствие с достигнутым уровнем техники (ГПС, станки с ЧПУ и т. д.), технологии (новые безотходные процессы и др.) и организации труда (многостаночное обслуживание, бригадная форма и др.), но и провести уточнение действующих нормативов по труду.

Отличительной особенностью этого этапа развития технического нормирования труда является появление аттестации рабочих мест, в процессе которой аттестуется и норма затрат труда. При этом достигаются широкая гласность и участие трудящихся в деле пересмотра норм выработки. Разработанное и утвержденное Государственным комитетом СССР по труду и социальным вопросам и Президиумом ВЦСПС (1986 г.) «Положение об организации нормирования труда в народном хозяйстве» [27] определило сущность и задачи нормирования труда на современном этапе. Нормирование труда стало составной частью (функцией) управления производством. Этим определяется и его организационная форма — широкое развитие автоматизированных методов расчета технических норм времени с применением ЭВМ в составе АСУП. С введением аттестации норм труда начался переход к повышению качества норм на основе их комплексного анализа, определяющего соответствие нормы уровню техники, организации производства и труда. Этот переход стал возможным в связи с внедрением новой тарифной системы, обеспечивающей условия внедрения прогрессивных технически обоснованных норм в условиях действия Закона СССР о государственном предприятии (объединении) [7], в котором записано: «Для наиболее полного использования трудового потенциала и создания условий для высокопроизводительной деятельности каждого работника предприятие устанавливает технически обоснованные нормы труда и по мере улучшения организации труда и производства, проведения технических мероприятий пересматривает их». Термин «технически обоснованная норма» получает силу закона.

Содержание технического нормирования труда, его задачи и сами технически обоснованные нормы времени нельзя рассматривать как нечто неизменное. К. Маркс указывал, что «рабочее время изменяется с каждым изменением производительной силы труда»[1]. Изменяются техника, технология, организация производства, повышается культурно-технический уровень рабочих, отношение их к труду становится все более сознательным, творческим. Эти изменения постоянно должны находить свое отражение в методах и приемах установления норм затрат рабочего времени. Стоимость 1 ч труда возрастает с ростом стоимости средств и предметов труда, поэтому нормирование труда в условиях перехода предприятий на хозрасчет и самофинансирование должно все больше исходить из оптимизации всех видов потребляемых ресурсов в процессе получения конечного продукта.

Таким образом, при изучении курса «Техническое нормирование труда» все теоретические и практические решения должны основываться на рассмотрении и изучении нормируемого процесса труда как совокупности явлений и предметов, находящихся в движении и развитии.

---

[1] **Маркс К., Энгельс Ф.** Соч. Т. 23. С. 48.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Чем измеряется количество труда?
2. Что является предметом технического нормирования труда?
3. Какие основные функции выполняет норма затрат рабочего времени на предприятии?
4. В чем основное различие содержания нормирования труда в социалистическом и капиталистическом обществе?
5. Назовите основные этапы развития технического нормирования труда в нашей стране.

ГЛАВА I. ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ ТРУДА

При изучении курса «Техническое нормирование труда» целесообразно выделить общие вопросы, отражающие теоретическую сущность предмета, т. е. его основы, и методологию нормирования труда при выполнении различного вида работ.

Последняя рассматривает особенности расчета нормы времени в конкретных условиях производства, которые могут быть изучены лишь на основе знаний о трудовом процессе, методах и средствах его изучения и измерения затрат труда. При этом необходимо исходить из тех функций, которые выполняет норма на предприятии, и структуры аппарата нормирования.

§ 1. ТРУДОВОЙ ПРОЦЕСС И КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАТРАТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

Трудовой процесс — это целесообразная деятельность человека, направленная на количественные или качественные изменения предмета труда с помощью средств труда для получения готового продукта. Всякий процесс труда имеет конкретное технологическое содержание — так называемый технологический процесс — и конкретные условия, в которых осуществляется трудовой процесс, — так называемые производственные условия, отражающие специфику данного производственного процесса.

Производственный процесс — совокупность всех действий людей и орудий производства, необходимых на данном предприятии для изготовления или ремонта изделий.

Технологический процесс является частью производственного процесса. Чтобы превратиться в готовый продукт труда, предмет труда, изменяя свою форму, размеры,

свойства и т. д., проходит ряд стадий, которые различаются технологией производства. Каждая такая однородная и законченная в технологическом отношении стадия называется частичным производственным процессом (кузнечный, литейный, механический, сборочный и др.).

Для целей нормирования труда все частичные производственные процессы можно классифицировать по следующим признакам.

1. По способу воздействия на предмет труда различают механические, физико-химические, транспортные, контрольные и естественные процессы [1].

2. По характеру участия рабочего в производственном процессе различают процессы ручные, механизированные, машинно-ручные, машинные, автоматизированные, аппаратурные.

3. По характеру протекания процесса во времени различаются дискретные (прерывные) и непрерывные процессы. Прерывные процессы могут быть циклическими (повторяются с каждой единицей продукции) и периодическими, когда отсутствует ярко выраженная цикличность процесса.

4. По характеру протекания процесса в пространстве все процессы подразделяются на последовательные, параллельные и параллельно-последовательные.

5. По отношению к производству готового продукта различают основные процессы, с помощью которых осуществляется непосредственное преобразование сырья, материалов, полуфабрикатов в готовую продукцию, и вспомогательные процессы, которые обеспечивают выполнение основного процесса (ремонтные, инструментальные, транспортные и др.).

Каждый частичный процесс состоит из отдельных технологических операций. Под *операцией* понимается законченная часть технологического процесса, выполняемая одним рабочим или бригадой на одном рабочем месте. Операция является объектом нормирования труда. Чтобы изучать трудовой процесс, проектировать его рациональную структуру, необходимо деление операции на отдельные составляющие ее элементы.

---

[1] Под естественным понимается процесс изменения предмета труда под воздействием сил природы (сушка, остывание на открытом воздухе и т. д.).

Деление операции на составляющие элементы

Такое деление операции можно провести по признакам ее технологического состава и трудового содержания. По технологическому признаку операцию делят на следующие элементы: установ, позиция, переход, рабочий ход, вспомогательный ход (см. ГОСТ 3.1109—82*).

Под *установом* понимается часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы. Например, при последовательной центровке торцов вала на одностороннем центровочном станке операция будет выполняться за два установа.

Позиция — это фиксированное положение, занимаемое неизменно закрепленной обрабатываемой заготовкой или собираемой сборочной единицей совместно с приспособлением, относительно инструмента или неподвижной части оборудования при выполнении определенной части операции. Например, если заготовка закреплена в поворотном приспособлении, то при неизменном ее креплении каждый поворот приспособления будет новой позицией.

Переход — законченная часть технологической операции, характеризуемая постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой или соединяемых при сборке. Если переход не сопровождается изменением формы, размеров, шероховатости поверхности, а необходим для выполнения работы, то такой переход называют вспомогательным.

Рабочий ход — законченная часть технологического перехода, состоящая из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемая изменением формы, размеров или свойств заготовки. Если инструмент, перемещаясь, не изменяет форму, размеры или свойства заготовки, то такой ход инструмента называется *вспомогательным* (обратный, холостой ход), ибо он необходим для выполнения рабочего хода.

По трудовому содержанию операция подразделяется на движения, действия, приемы и комплексы приемов, которые выполняет рабочий.

Трудовое движение — это наименьший возможный элемент операции для ее изучения и измерения. Под движением понимается однократное перемещение всего тела рабочего или отдельно рук, кистей рук и т. д. с целью

взять (схватить, взяться), переместить (вставить, вынуть, совместить и т. д.) или поддержать предмет. Все движения рабочего в процессе труда совмещаются с работой органов чувств и мышления и по характеру выполнения могут быть решительными (короткими) и приноровительными (замедленными).

Решительные движения не требуют осторожности, повышенного внимания (напряжения) к их выполнению, совершаются быстро, например: протянуть руку к детали, сделать шаг и т. д. Приноровительные движения — это контролируемые движения, обеспечивающие точность работы и ее качество, поэтому они могут быть замедленными, например: соединить грани двух предметов, схватить мелкий предмет и т. д.

Действие состоит из совокупности нескольких движений, выполняемых рабочим без перерыва. Оно характеризуется одним целевым назначением и состоит из двух и более трудовых движений, например трудовое действие «взять гаечный ключ» состоит из следующих движений: протянуть руку к гаечному ключу (решительное, переместительное движение); захватить пальцами гаечный ключ (приноровительное движение).

Законченная совокупность трудовых действий рабочего определенного целевого назначения при неизменном составе предметов и орудий труда называется *приемом*. Приемы могут быть основные и вспомогательные. Приемы, назначением которых является непосредственно осуществление цели данного технологического процесса, называются *основными*, а приемы, которые обеспечивают выполнение последних, — *вспомогательными*.

Приемы могут как иметь самостоятельное значение, так и быть объединены в *комплексы приемов*. Например, прием «установить деталь в патрон» имеет законченное целевое назначение, является самостоятельным вспомогательным приемом, но он может быть включен в комплекс приемов «установить и снять деталь».

Группировка приемов в отдельные комплексы производится для упрощения нормирования и разработки нормативных материалов. Она может производиться либо по признаку технологической последовательности выполнения приемов (технологические комплексы), либо по однородности факторов, влияющих на их продолжительность, безотносительно к последовательности их выполнения (расчетные комплексы).

Классификация затрат рабочего времени

Затраты рабочего времени, которые имеют место в производстве, весьма многообразны, поэтому основным средством для их изучения и измерения является классификация, т. е. группировка затрат рабочего времени по определенным признакам. Эти признаки зависят от характера объекта (рабочий, бригада, станок и т. п.), затраты времени которого изучаются и измеряются.

Несмотря на имеющиеся различия признаков, основные категории затрат рабочего времени одинаковы, поэтому в настоящее время рекомендуется единая классификация затрат рабочего времени (рис. 1). Рассмотрим содержание каждой классификационной группы.

Исходя из задач технического нормирования, все рабочее время исполнителя (рабочего) подразделяется на время работы и время перерывов.

Время работы — это время, в течение которого рабочий производит действия, направленные на осуществление трудового процесса. По отношению к производству время работы можно подразделить на время работы по выполнению производственного задания и время работы, не предусмотренное выполнением производственного задания, которое включает время выполнения случайных работ, не вызванных производственной необходимостью, и время выполнения непроизводительных работ [1].

Время работы по выполнению производственного задания включает подготовительно-заключительное время, оперативное время, время обслуживания рабочего места, время активного и пассивного наблюдения за работой оборудования.

Подготовительно-заключительное время — время, затрачиваемое на подготовку исполнителя или исполнителей и средств технического оснащения к выполнению технологической операции и приведение последних в порядок после окончания смены и (или) выполнения этой операции для партии предметов труда (получение наряда на работу, инструмента, приспособлений, сдача их после выполнения производственного задания и т. д.).

---

[1] Непроизводительная работа — работа, не дающая прироста продукции или улучшения ее качества.

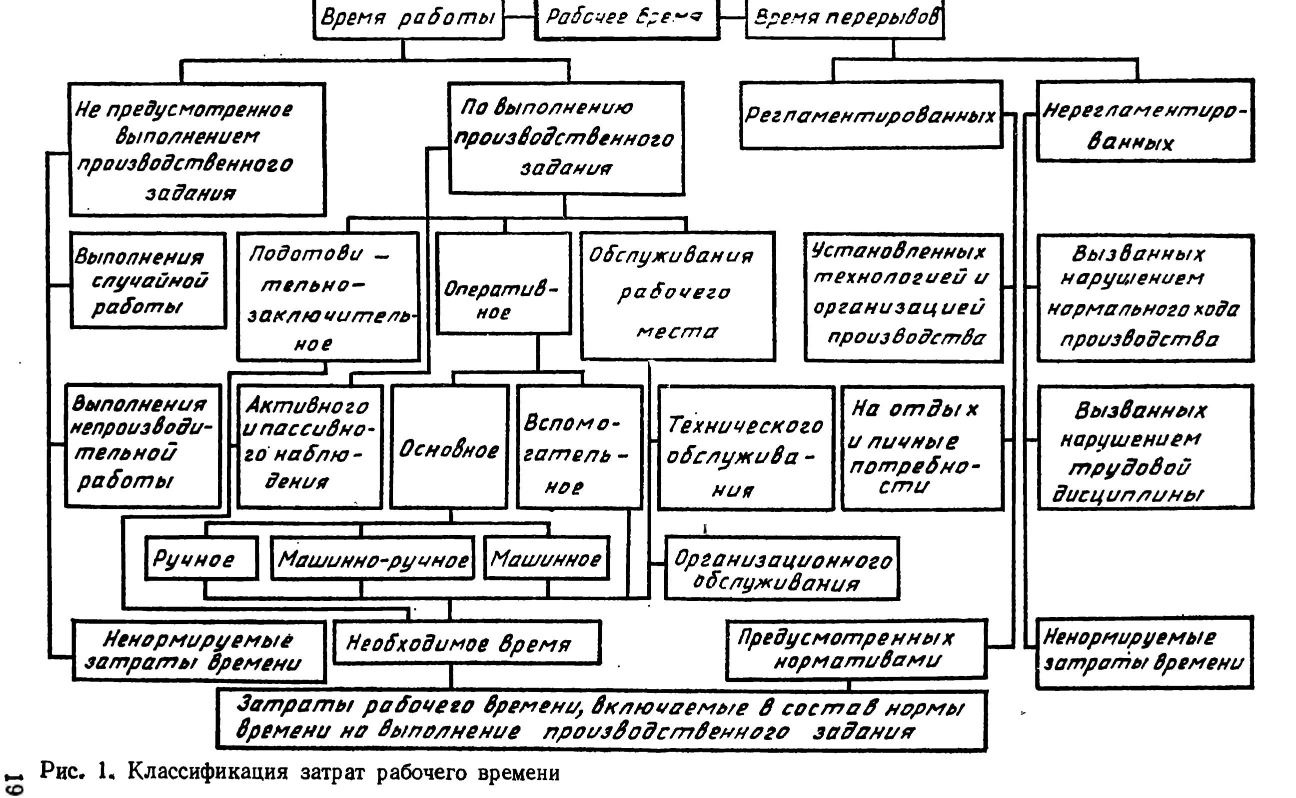


Рис. 1. Классификация затрат рабочего времени

Оперативное время — это время, затрачиваемое на непосредственное выполнение заданной работы. Оно подразделяется на технологическое (основное) и вспомогательное время.

Основным является время, затрачиваемое рабочим на качественное или количественное изменение предмета труда, т. е. на изменение формы, размеров, внешнего вида, структуры и свойств, состояния и положения обрабатываемого предмета труда в пространстве, которое повторяется либо с каждой обрабатываемой деталью (в сборочных процессах — сборочной единицей), либо с каждой одновременно обрабатываемой (изготовляемой, собираемой) технологической установочной партией деталей (изделий).

В зависимости от характера участия рабочего в выполнении производственного задания основное время может быть *временем ручной работы*, когда работа выполняется без применения машин и механизмов, а используются ручные орудия труда (например, опиловка детали напильником, завертывание болта гаечным ключом и др.); *временем машинно-ручной работы* (в том числе ручной механизированной), когда процесс изменения предмета труда осуществляется машиной, а перемещение рабочих частей машины — вручную (механизированная работа выполняется с помощью ручных механизмов — электродрели и др.).

Если изменение предмета труда происходит под воздействием машины (автоматически) и исполнитель (рабочий) осуществляет лишь наблюдение и контроль за работой оборудования, то такое время изменения предмета труда называется *машинным* (автоматическим), при этом исполнитель (рабочий) затрачивает время, называемое *временем активного наблюдения*. К этому виду времени можно отнести *время пассивного наблюдения*, когда рабочий находится около оборудования, что предупреждает возможный простой оборудования и является экономически целесообразным (обосновывается экономическими расчетами). Устранение или частичное сокращение времени пассивного наблюдения является существенным резервом роста производительности труда.

Вспомогательным является время, затрачиваемое исполнителем на действия, обеспечивающие выполнение основной работы. К этому виду времени относятся затраты времени на установку детали, загрузку машины, приемы,

связанные с управлением оборудования, контрольными измерениями и др. Оно повторяется либо с каждой обрабатываемой (собираемой) единицей продукции, либо (периодически) с определенным объемом продукции.

Время обслуживания рабочего места — это время, которое рабочий затрачивает на поддержание рабочего места в состоянии, обеспечивающем высокопроизводительную работу. Это время подразделяется на время технического и время организационного обслуживания.

Время технического обслуживания — это время на уход за оборудованием и поддержание в рабочем состоянии инструмента (подналадка станка, смена затупившегося инструмента, уборка стружки в процессе работы и др.) для выполнения конкретной работы.

Время организационного обслуживания — это время, затрачиваемое рабочим на поддержание рабочего места в рабочем состоянии (протирка оборудования, удаление отходов с рабочего места и т. д.), которое не связано с конкретно выполняемой операцией.

Время перерывов — это время, в течение которого рабочий не принимает участия в работе. Оно делится на время регламентированных и нерегламентированных перерывов. Классификация времени перерывов производится по характеру причин, которые вызвали тот или иной перерыв в работе рабочего. В состав *регламентированных перерывов* входит время, предусмотренное нормативами на отдых рабочего для поддержания нормальной работоспособности и предупреждения его утомления, время на личные потребности и личную гигиену рабочего (личные надобности) [1], время перерывов, установленных технологией и организацией производственного процесса.

Время нерегламентированных (устранимых) перерывов включает перерывы, вызванные нарушением нормального течения производственного процесса, как зависящие, так и не зависящие от рабочего; перерывы, вызванные нарушением трудовой дисциплины; перерывы, вызванные нарушением нормального хода производственного процесса, не зависящие от рабочего и связанные с недостатками в организации труда и производства (перебои в подаче заготовок, материалов, неисправность оборудования, отсутствие электроэнергии и т. п.).

---

[1] ГОСТ 3.1109—82* предусматривает понятие «личные потребности», однако надо иметь в виду, что в общемашиностроительных нормативах это понятие называется «личные надобности».

На рис. 1 показано, какие категории затрат рабочего времени относятся к нормируемым затратам и включаются в состав нормы времени, а какие относятся к ненормируемым. Каждая категория затрат рабочего времени имеет условные обозначения, которые называются индексами. Перечень применяемых индексов отдельных категорий затрат рабочего времени [26] приведен ниже.

Время работы по выполнению производственного задания . .	РЗ
Подготовительно-заключительное время	ПЗ
Оперативное время	ОП
Основное время	О
Вспомогательное время	В
Время обслуживания рабочего места	Обс
Время организационного обслуживания	Орг
Время технического обслуживания	Тех
Машинное время	М
Аппаратурное время	АВ
Время ручной работы	РВ
Время наблюдения за работой оборудования	А
Время регламентированных перерывов	ПР
Время на отдых и личные потребности	Отл
Время перерывов, установленных технологией и организацией производственного процесса	ПТ
Время работы, не предусмотренной выполнением производственного задания	НЗ
Время случайной работы	СР
Время нерегламентированных перерывов	ПН
Время перерывов, вызванных нарушением нормального хода производственного процесса	ПНТ
Время перерывов, вызванных нарушением трудовой дисциплины	ПНД

Если требуется более подробное деление затрат рабочего времени (при элементном изучении каждой категории затрат рабочего времени) или если обработка результатов изучения производится на электронно-вычислительных машинах (ЭВМ), то пользуются цифровыми индексами и кодами.

Классификация времени использования оборудования

Чтобы изучать характер использования оборудования (машин, станков, автоматов и др.), определять его загрузку во времени и причины, обусловливающие перерывы в работе, время использования оборудования классифицируют на отдельные категории: время работы оборудования и время перерывов в работе или простои оборудования (рис. 2).

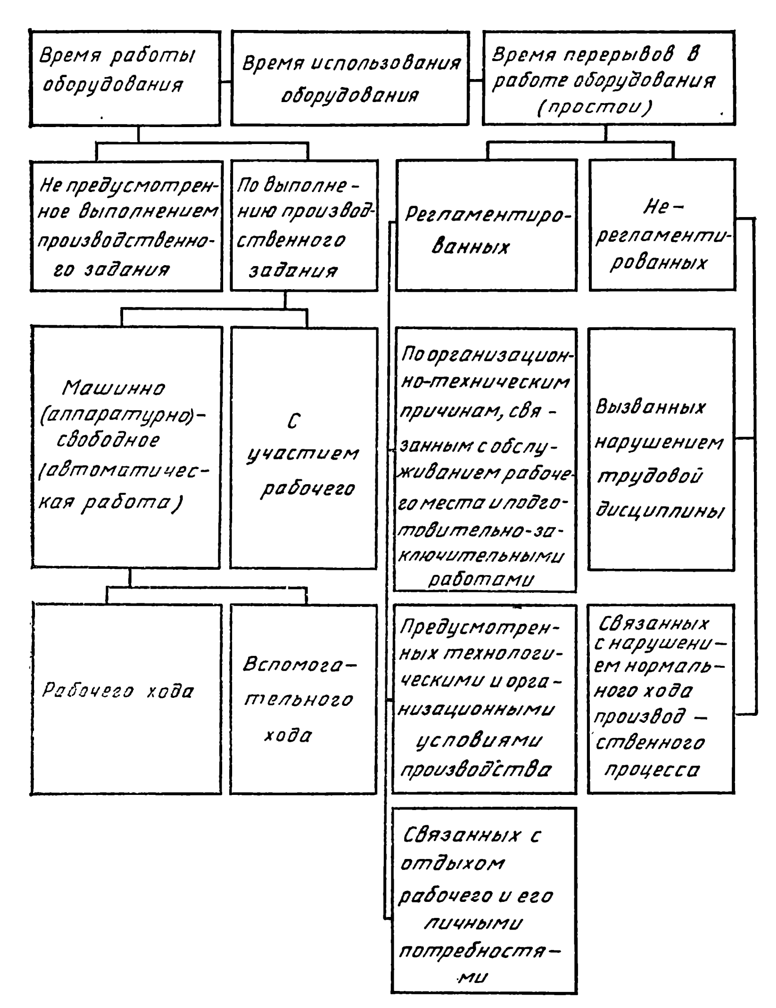


Рис. 2. Классификация времени использования оборудования

Время работы подразделяется на время работы оборудования, предусмотренное выполнением производственного задания, и *время работы, не предусмотренное заданием*. Последнее включает ту работу, в результате которой не обеспечивается увеличение объема производства или улучшение ее качества.

Время работы оборудования, связанное с выполнением производственного задания, включает время машинно (аппаратурно)-свободное, когда оборудование работает без участия рабочего (автоматически) и выполняет как рабочий, так и вспомогательный (холостой) ход, и время работы с участием рабочего, которое характеризует занятость рабочего на оперативной работе.

Перерывы в работе оборудования подразделяются на регламентированные (нормируемые) и нерегламентированные.

Перерывом в работе оборудования называется период, в течение которого оборудование бездействует независимо от причин возникновения перерыва, т. е. оборудование простаивает.

К *времени регламентированных перерывов* относится время простоя оборудования, связанное с выполнением рабочим работы по организационно-техническому обслуживанию рабочего места, подготовительно-заключительных работ, неустранимых технологических перерывов, связанных с условиями производства; простоя оборудования на время отдыха рабочего и его личных потребностей. Эти простои нормируются и учитываются при планировании использования оборудования и его загрузки.

Нерегламентированные перерывы в работе оборудования — это простои, вызванные нарушением нормального хода производства (отсутствием сырья, электроэнергии и т. д.) и нарушением рабочим трудовой дисциплины (отсутствие рабочего на рабочем месте из-за опоздания и др.).

При изучении затрат рабочего времени в производственном процессе общее время подразделяется на время выполнения технологических операций, транспортных операций и время межоперационных перерывов. Каждая из этих составляющих может классифицироваться аналогично изложенным выше принципам.

Развитие техники и рационализация методов труда создают большую возможность для совмещения во времени выполнения отдельных элементов работы (переходов, проходов, приемов, движений). Так, например, вспомогательные приемы могут выполняться за время основной автоматической работы оборудования, сборочные операции могут выполняться двумя руками одновременно, т. е. одно движение выполняется параллельно с выполнением другого; многоинструментная обработка на

станке обеспечивает обработку одной поверхности одновременно с обработкой других; уборка стружки может производиться рабочим без останова оборудования. В связи с этим рабочее время подразделяется на перекрываемое и неперекрываемое время.

Перекрываемое время — это время, затрачиваемое на выполнение перекрываемых элементов работы, т. е. тех элементов работы, которые при их совмещении с другими имеют меньшую продолжительность. В этом случае элементы работы с большей продолжительностью являются неперекрываемыми и продолжительность их выполнения будет *неперекрываемым рабочим временем.*

С точки зрения нормирования все затраты рабочего времени подразделяются на необходимые для выполнения производственного задания и регламентированные законами производства затраты — так называемые нормируемые затраты рабочего времени и ненормируемые затраты, связанные либо с выполнением внеплановой работы, либо с перерывами в работе, устранение которых является резервом роста производительности труда. Время работы определяет занятость работника активным трудом.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Дайте определение понятия технологической операции и ее элементов.
2. Каковы назначение классификации затрат рабочего времени и содержание каждой категории затрат рабочего времени? Перечислите условные обозначения основных категорий затрат рабочего времени.
3. В чем особенность классификации времени работы оборудования?
4. Какое время называется неперекрываемым рабочим временем?
5. Какие затраты рабочего времени относятся к нормируемым затратам?

§ 2. ТЕХНИЧЕСКАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ И ЕЕ СТРУКТУРА

Определение продолжительности всех нормируемых затрат рабочего времени (см. рис. 1) сводится в итоге к установлению нормы времени на выполнение заданного объема работы. Согласно ГОСТ 3.1109—82* — норма времени — регламентируемое время выполнения некоторого объема работ в определенных производственных условиях одним или несколькими исполнителями соответствующей квалификации. Свое назначение (см.

с. 6) на социалистическом предприятии нормы времени могут выполнять лишь тогда, когда они установлены исходя из наиболее рационального использования средств труда, предметов труда и самого труда, всесторонне обоснованы с точки зрения психологии и физиологии человека, отвечают принципам технического нормирования. Поэтому «технически обоснованными являются нормы, установленные аналитическим методом нормирования и соответствующие достигнутому уровню техники и технологии, организации производства и труда» [7].

Все нормы труда по периоду их действия на предприятии можно подразделить на условно-постоянные (изменяются с изменением оргтехусловий производства), временные, разовые и сезонные.

По отраслевому признаку их применения нормы затрат труда подразделяются на общепромышленные (межотраслевые), отраслевые, заводские (местные).

По степени укрупнения применяемых нормативов и способу расчета нормы затрат труда подразделяют на дифференцированные, укрупненные, типовые, комплексные и единые (см. § 5). Дифференцированные нормы времени предполагают более сложную элементную структуру. При этом отдельные категории затрат времени определяются в процентах от основного или оперативного времени.

Согласно Положению об организации нормирования труда в народном хозяйстве [27] применяются следующие виды норм труда: норма времени, норма выработки, норма (норматив) численности, норма обслуживания.

Норму времени можно устанавливать на любой объем работы: отдельную операцию (операционная норма), взаимосвязанную группу операций, законченный комплекс работ (укрупненная, комплексная норма) и т. д. Если норма времени устанавливается на выполняемый объем работы, равный единице нормирования при выполнении технологической операции, то ее называют нормой штучного времени [1].

---

[1] Штучное время — интервал времени, равный отношению цикла технологической операции к числу одновременно изготовляемых или ремонтируемых изделий или равный календарному времени сборочной операции. Определения понятия «штучное время» и его элементов приведены по ГОСТ 3.1109—82*.

Структуру нормы штучного времени $T_ш$, мин, можно представить следующей формулой:

$$T_ш = (1/q)(T_о + T_в + T_{тех} + T_{орг} + T_{отл}),$$

где q — число одновременно изготовляемых деталей за время технологической операции; $T_о$ — основное (технологическое) время — часть штучного времени, затрачиваемого на достижение цели данной технологической операции (перехода) по качественному (количественному) изменению предмета труда; $T_в$ — вспомогательное время — часть штучного времени на осуществление действий, создающих возможность выполнения основной работы; $T_{тех}$, $T_{орг}$ — время соответственно технического и организационного обслуживания — часть штучного времени, затрачиваемого на поддержание технических средств в рабочем состоянии и уход за рабочим местом в процессе выполнения операции; $T_{отл}$ — часть штучного времени, затрачиваемая человеком на дополнительный отдых при утомительных работах и на личные потребности.

Последние три составляющих нормы штучного времени $a_{тех}$, $a_{орг}$, $a_{отл}$ обычно задаются в процентах от оперативного времени $T_{оп} = T_о + T_в$. В отдельных случаях, например при нормировании шлифовальных работ, время на техническое обслуживание задается в процентах от основного (машинного) времени.

В общем случае норма штучного времени (мин) выражается формулой

$$T_ш = (1/q)T_{оп}[1 + (a_{тех} + a_{орг} + a_{отл})/100].$$

При нормировании труда в единичном, мелкосерийном производстве расчетная формула нормы штучного времени упрощается (объединяются отдельные категории затрат рабочего времени), т. е.

$$T_ш = (1/q)T_{оп}(1 + K/100),$$

где K — суммарное время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, % от оперативного времени.

Если вспомогательное время $T_в$ подразделить на две части: время $t_{уст}$ на установку и снятие детали (время, связанное с выполнением всей операции) и время, связанное с переходом $t_{в.п}$, а основное время $t_о$ определить по каждому переходу, то последние две категории затрат рабочего времени составят оперативное время на пере-

ход $t_{оп}$. Отсюда для упрощения нормирования можно установить полную норму на отдельный i-й переход. Такую норму называют неполным штучным временем (мин):

$$t_{н.\,ш\,i} = (t_о + t_{в.\,п})_i\,(1 + K/100).$$

В этом случае расчетная формула нормы штучного времени будет иметь следующий вид:

$$T_ш = t_{уст} + \sum_{i=1}^{m} t_{н.\,ш\,i},$$

где $i = 1, 2, 3, \ldots, m$ — число переходов в операции.

Однако если $t_{уст}$ велико и не перекрывается суммарным временем $T_о$ операции, то общий результат может быть несколько занижен, так как K берется в процентах от неполного оперативного времени всей операции. Поэтому применение этой формулы носит ограниченный характер.

Уровень автоматизации и характер организации труда оказывают влияние на структуру нормы штучного времени. Например, в условиях многостаночного обслуживания в состав нормы штучного времени включают время на переход рабочего от станка к станку, время активного наблюдения, время внутриоперационного ожидания (время перерывов, регламентированных ходом производства). При работе на станках с ЧПУ в структуру оперативного времени входит время останова по технологическим причинам (см. гл. II, с. 144). Если станок с ЧПУ оснащен роботом и представляет собой технологический модуль, функционирующий как в автономном режиме, так и в составе гибкой производственной системы (ГПС) или автоматической линии, то в структуру нормы штучного времени включают время цикла $T_ц$. Цикл технологической операции (согласно ГОСТ 3.1109—82*) — интервал календарного времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции независимо от числа одновременно изготовляемых (или ремонтируемых) деталей (изделий).

Пример такого технологического модуля, работающего в автономном режиме, приведен на рис. 3.

Установленный на подвижную каретку конвейера *1* корпус *2* обрабатывается с пяти сторон (фрезерование, сверление, растачивание, зенкерование, нарезание резьб). Станок имеет инструментальный магазин *4* и автоматическую замену инструмента. Сбоку рабочего места—

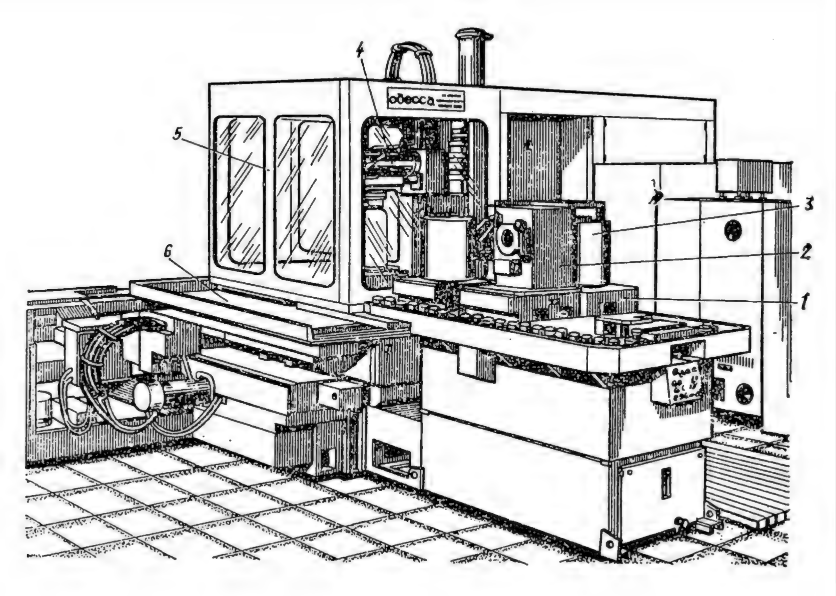


Рис. 3. Гибкий производственный модуль обработки корпусных деталей

пульт управления ЧПУ *3*. Станина станка *6* имеет щиток *5* ограждения места резания.

Если при выполнении технологической операции установку заготовки и ее снятие рабочий производит за время основной работы (перекрываемое время), то оно в норму штучного времени не включается. Остальные вспомогательные работы (перемещения заготовки, подвод, отвод, смена инструмента и др.) выполняются автоматически в едином цикле работы станка. Поэтому норму штучного времени определяют по формуле

$$T_{\text{м}} = (1/q)\, T_{\text{ц}} (1 + K/100).$$

Зная норму штучного времени, можно определить норму времени на производственную[1] (технологическую) партию деталей (сборочных единиц) по формуле

$$T_{\text{пар}} = T_{\text{ш}} N + T_{\text{пз}},$$

[1] Производственная партия — это группа заготовок одного наименования и типоразмера, запускаемых в обработку одновременно или непрерывно в течение определенного интервала времени.

где N — число деталей (сборочных единиц) в партии, шт.; $T_{пз}$ — подготовительно-заключительное время, мин.

Для целей планирования и подетальной калькуляции производственных затрат (определения себестоимости продукции), когда подготовительно-заключительное время не включено в состав нормы штучного времени, рассчитывается норма штучно-калькуляционного времени по формуле

$$T_{шк} = T_{пар}/N \text{ или } T_{шк} = T_{ш} + T_{пз}/N.$$

В настоящее время норма штучно-калькуляционного времени иногда не определяется самостоятельно (массовое, крупносерийное производство). Для отдельных видов работ (литейные, слесарно-сборочные, работа на автоматах и др.) общемашиностроительными нормативами предусматривается включение неперекрываемого подготовительно-заключительного времени (отнесенного к единице нормирования) в состав нормы штучного времени. В общем виде такая норма штучного времени $T_{ш}$ будет выполнять роль нормы штучно-калькуляционного времени и иметь следующую структуру:

$$T'_{ш} = (1/q)\,(T_{о} + T_{в} + T_{тех} + T_{орг} + T_{отл} + T_{пз} + T_{пт}].$$

Содержание каждой составляющей нормы штучного времени в зависимости от вида работ имеет свои особенности, которые раскрываются в соответствующих главах учебника. Зная норму времени, необходимые затраты труда можно выразить через норму выработки.

Норма выработки $H_{в}$ — установленный объем работы (количество единиц продукции), который работник или группа работников (в частности, бригада) соответствующей квалификации обязана выполнить (изготовить, перевезти и т. д.) в единицу рабочего времени в определенных организационно-технических условиях [8]. Эта норма может характеризовать результат труда и является величиной, обратной норме штучного времени. Норма выработки определяется по формуле

$$H_{в} = 1/T_{ш} \text{ или } H_{в} = T/T_{ш},$$

где T — расчетная единица рабочего времени, ч, смена, сут. и т. д.

Если в состав нормы штучного времени не включено подготовительно-заключительное время, то норма выработки определяется по формуле

$$H_{в} = (T - T_{пз})/T_{ш}.$$

В условиях коллективного труда норма выработки бригады определяется по формуле

$$H_в = T_1 Ч / H_т,$$

где T_1 — расчетный период времени одного работника, ч; $Ч$ — число членов бригады, чел.; $H_т$ — трудоемкость единицы работы бригады, чел.-ч, которая характеризует совокупный объем затраченного времени на выполнение этой работы.

В литературе можно встретить утверждение [28], что длительность и трудоемкость совпадают, если операция выполняется одним рабочим вручную или на одном станке. Однако надо иметь в виду, что это лишь численное «совпадение», а не смысловое, ибо понятия затраченного времени и его объема различны. Поэтому нельзя смешивать единицы их измерения, применяя различные расчетные формулы при нормировании труда.

Между изменением нормы времени и нормы выработки имеется следующая зависимость:

$$X = 100Y/(100 + Y); \quad Y = 100X/(100 - X),$$

где X — снижение нормы времени, %; Y — повышение нормы выработки, %.

Пример. Если за счет внедрения новой техники норма времени на операцию снизилась на 14 %, то, пользуясь данной зависимостью, можно определить, на сколько повысилась норма выработки:

$$Y = 100X/(100 - X) = 100 \times 14/(100 - 14) = 16{,}3\ \%.$$

Норма численности — это установленная численность работников определенного профессионально-квалификационного состава, необходимая для выполнения конкретных производственных, управленческих функций или объемов работ. Расчет нормы численности рабочих-сдельщиков ведется на основе трудоемкости выполняемой работы для определенного разряда работ по профессии, фонда рабочего времени одного рабочего и с учетом его коэффициента выполнения норм.

Норма обслуживания — это количество производственных объектов (единиц оборудования, рабочих мест, единиц площади и т. д.), которые работник или группа работников (в частности, бригада) соответствующей квалификации обязана обслужить в течение единицы рабочего времени в определенных организационно-технических условиях. Разновидностью норм обслуживания является

норма управляемости, определяющая численность работников, которыми должен руководить один руководитель.

В современных условиях производства нормирование труда может производиться по результатам труда, т. е. через установление нормированного задания или необходимого соотношения между численностью работников различных групп либо между численностью работников и количеством обслуживаемого ими оборудования (для персонала, обслуживающего автоматические линии, ГПС, повременно оплачиваемых рабочих и др.).

Нормированное задание — это установленный объем работы, который работник или группа работников (в частности, бригада) обязана выполнить за единицу рабочего времени. Объем работы может задаваться любыми единицами измерения работы: количеством норм, штуками, тоннами и т. д. Одна норма времени является единицей объема работы, т. е. одним нормо-часом. Нормированное задание как мера труда устанавливается для повременно оплачиваемых работников [26].

Норма соотношения характеризует количество работников одной квалификации в определенных организационно-технических условиях производства, приходящихся на одного работника другой квалификации в этих же условиях.

Зная норму штучного времени, в соответствии с новой тарифной системой (для определения размера доплат к тарифной ставке) определяется коэффициент занятости работника активной (полезной) работой по формулам:

для сдельщиков

$K_з = T_з/T_ш$ при работе на одном станке (одной операции); $K_з = \sum T_з/\tau$ при работе на конвейере и на поточных линиях; $K_з = \sum T_з N/\sum T_ш N$ при многостаночном обслуживании и совмещении профессий;

для повременщиков

$$K_з = Ч_р \Big/ \left(Ч_{пл} \frac{100 - B}{100} \right),$$

где $T_з$ — время занятости; оно включает время машинно-ручной работы, вспомогательное время, время переходов и активного наблюдения, организационного и технического обслуживания, подготовительно-заключительное время, отнесенное к одной деталеоперации; τ — такт конвейера (линии); N — программа производства; $Ч_р$ — расчетная численность рабочих (без учета плановых не-

выходов); $Ч_{пл}$ — плановая (штатная) численность рабочих на данный период; $В$ — плановый процент невыходов.

Выполняя функцию меры оплаты труда, технически обоснованная норма времени (выработки) служит основой организации заработной платы. Наиболее наглядно проявляется прямая зависимость заработной платы работника от количества и качества труда при сдельной системе оплаты, которая строится на определении сдельной расценки.

Сдельная расценка на единицу работы [коп. (руб.)] при индивидуальной форме организации труда определяется по формуле

$$Р_{сд} = С_т Т_ш/60 \text{ или } Р_{сд} = С_т/Н_в,$$

где $С_т$ — часовая тарифная ставка данного разряда, коп/ч; $Т_ш$ — норма штучного времени, мин; $Н_в$ — часовая норма выработки, ед.

Если работнику установлена сменная норма выработки, то сдельная расценка [коп. (руб.)] рассчитывается по формуле

$$Р_{сд} = С_т Ф_{см}/Н_{в.\,см},$$

где $Ф_{см}$ — продолжительность смены, ч; $Н_{в.\,см}$ — норма выработки в смену, ед.

Пример. Рабочий-сдельщик 4-го разряда за смену ($Ф_{см} = 7{,}5$ ч) выполнял работу на токарном станке 16К20 и должен по норме ($Н_{в.\,см}$) обработать 160 деталей. По тарифу для рабочих машиностроительных предприятий часовая тарифная ставка для станочных работ 4-го разряда (разряд рабочего соответствует разряду работы) составляет $С_т = 81$ коп.

Определяем сдельную расценку за одну деталь: $Р_{сд} = 81 \times 7{,}5/160 = 3{,}8$ коп. Если фактически рабочий обработал за смену $Н^ф_{в.\,см} = 200$ деталей, то процент выполнения норм составит: $В_н = (200/160)\,100 = 125\,\%$, т. е. рабочий перевыполнил норму на 25 %

$$[(Н^ф_{в.\,см} - Н_в)/Н_в]\,100.$$

Сдельная расценка может быть не только индивидуальной (для одного работника), но и коллективной (бригадной), если работа выполняется одновременно несколькими рабочими, объединенными в бригаду. Установление коллективной расценки на работу, выполняемую бригадой, предполагает установление комплексной или бригадной нормы труда.

В основе нормирования бригадной работы[1] на предприятии лежит нормирование индивидуального труда каждого члена бригады с учетом их взаимодействия внутри коллектива при совместном выполнении производственного задания. Поэтому нормирование труда бригады складывается из двух стадий:

1) расчет нормы штучного времени (или только оперативного времени) на работу, выполняемую каждым членом бригады согласно расстановке по рабочим местам и с учетом их взаимодействия (совмещения профессий);

2) расчет общей комплексной или бригадной нормы времени (нормы численности, нормы обслуживания) на конечный результат труда всего коллектива, работающего по единому наряду на работу.

На первой стадии установление нормы времени производится по указанным в гл. II—IV формулам. При этом надо учитывать изменения тех категорий затрат времени, которые зависят от формы организации труда (время обслуживания рабочего места, подготовительно-заключительное время и др.), и использовать принципы многостаночного обслуживания (см. гл. II).

На второй стадии расчет общей бригадной нормы времени зависит от объекта нормирования, т. е. характера конечного труда всей бригады, на который устанавливается норма времени; типа бригады и принципа ее формирования.

Если специализированная или комплексная бригада создана по организационному принципу, т. е. без изменения каких-либо технических (или технологических) условий производства, и объектом нормирования выступает установленный перечень деталеопераций, который закреплен за бригадой (бригадокомплект), то структура комплексной[2] бригадной нормы времени отражает сумму индивидуальных норм времени.

---

[1] Сущность организации и оплаты труда производственной бригады изучается в курсе «Организация труда и заработной платы». Конкретные примеры нормирования труда в бригаде изложены далее в соответствующих разделах по видам выполняемой работы.

[2] Необходимо четко различать норму времени на деталеоперацию, определяющую календарное время ее выполнения и комплексную норму времени, отражающую совокупные затраты времени (трудоемкость) коллективного труда бригады на единицу выполняемой работы.

Комплексную (бригадную) норму времени рассчитывают по формуле

$$T_{\text{к. б}} = \sum_{i=1}^{m} T_{\text{ш}i} + \sum_{i=1}^{m} (t_{\text{пз}}/K_{\text{ц}})_i,$$

где $T_{\text{ш}i}$ — индивидуальная норма штучного времени на одну деталеоперацию для каждого i-го члена бригады с учетом коллективного характера труда, которая установлена на первой стадии нормирования труда, ч (нормо-ч); $i = 1, 2, \ldots, m$ — число членов бригады — основных рабочих; $t_{\text{пз}\,i}$ — время подготовительно-заключительной работы каждого i-го члена бригады, ч (нормо-ч); $K_{\text{ц}}$ — коэффициент совмещения работы.

В случае, если создается сквозная бригада и передача смены осуществляется «на ходу», $t_{\text{пз}}$ может перекрываться временем основной работы, и тогда оно в норму времени не включается. В условиях многономенклатурных процессов труда (холодная штамповка деталей и др.) производственное задание бригаде может быть задано в тонно-рублях. В этом случае норма времени устанавливается не на бригадо-комплект, а на одну тонну-рубль по формуле

$$T_{\text{б}} = \sum_{j=1}^{p} (T_{\text{ш}} n)_j / N',$$

где $T_{\text{ш}j}$ — индивидуальная норма штучного времени изготовления j-й продукции в условиях коллективного труда, нормо-ч; $j = 1, 2, \ldots, p$; p — число наименований продукции, закрепленных за бригадой; n_j — заданная программа выпуска j-й продукции, шт.; N' — общее производственное задание бригаде на расчетный период, т-руб.

Если специализированная (или комплексная) бригада формируется на основе оргпроекта по технологическому принципу, т. е. с изменением оргтехусловий производства и расстановки рабочих по рабочим местам, обеспечивая тем самым равномерную загрузку каждого члена бригады, то бригадная норма рассчитывается по формуле

$$T_{\text{б}} = \frac{T_{\text{оп}_{\max}}}{q} (1 + K/100) + T_{\text{пз}}/N,$$

где $T_{\text{оп}_{\max}}$ — наибольшая индивидуальная норма оперативного времени на деталеоперацию закрепленного за бригадой технологического процесса производства единицы продукции, определяющая время технологического

цикла работы всей бригады; q — количество единиц продукции, изготовляемых за время полного технологического цикла; K — суммарный процент времени на обслуживание рабочей зоны, отдых, личные потребности рабочих в условиях коллективного труда; N — производственное задание бригаде, шт.

В случае, если организуется смешанная бригада, комплексная (бригадная) норма времени на единицу конечного продукта бригады, ч, рассчитывается по формуле

$$T_б = \sum_{i=1}^{n} \left(T_ш + \frac{t_{пз}}{K_ц}\right)_i + \frac{\sum\limits_{l_1=1}^{c_1} (\Phi_1 Ч_в)_{l_1}}{N} + \frac{\sum\limits_{l_2=1}^{C_2} (\Phi_2 Ч_{сп})_{l_2}}{N},$$

где Φ_{1l_1}, Φ_{2l_2} — фонд рабочего времени одного работника каждой l_1-й группы вспомогательных рабочих и l_2-й группы специалистов, ч; $Ч_{вl_1}$ — явочная численность вспомогательных рабочих каждой l_1-й группы; $Ч_{сп\,l_2}$ — явочная численность специалистов, включенных в состав бригады, ед.

Если бригада обслуживает автоматическую линию или гибкую производственную систему, то норма времени на единицу продукции определяется на основе паспорта линии, где указывается сменная производительность линии, по формуле

$$T_ш = T_{см}/П,$$

где $T_{см}$ — длительности смены, ч; $П$ — сменная производительность линии, шт.

Затраты труда рабочих, обслуживающих линию или ГПС, можно выразить нормой численности $Н_ч$ по каждой категории работников, включенных в состав бригады [27].

Для наладчиков

$$Н_ч = \frac{T_{н.о}}{T_{см}} K_н K_с,$$

где $T_{н.о}$ — сумма нормируемых затрат времени на обслуживание линии, ч; $K_п$ — коэффициент, учитывающий простои, не зависящие от наладчика; $K_с$ — коэффициент, учитывающий совмещение функций.

Для операторов

$$Н_ч = \frac{t_{уст} П}{T_{см}} K_п K_с,$$

где $t_{уст}$ — время на установку и снятие детали (загрузку линии или управление, контроль), отнесенное к единице

продукции, ч; $K_п$ — коэффициент, учитывающий простои, не зависящие от оператора.

Выполнение нормы бригадой, %, определяется на основе комплексной нормы по формуле

$$B_н = \frac{T_{к.б} N}{Ф' Ч_{бр}} 100,$$

где N — фактическое количество изготовленных единиц продукции, ед.; $Ф'$ — фонд рабочего времени одного работника, ч; $Ч_{бр}$ — общая численность бригады.

Коллективная расценка для бригады определяется на основе сдельных расценок на единицу продукции (см. пример расчета на с. 159).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что понимается под нормой времени и какие нормы времени являются технически обоснованными?
2. Какие категории затрат рабочего времени входят в состав нормы штучного времени?
3. Каковы особенности структуры нормы штучного времени в разных типах производства?
4. Как определяется норма времени на изготовление производственной партии деталей?
5. Какие виды норм труда используются в техническом нормировании?
6. Какая зависимость существует между нормой времени и нормой выработки?
7. На сколько процентов увеличилась норма выработки, если норма времени снизилась на 16 %?
8. Как называется оплата труда за единицу выработанной продукции?
9. Как нормируется труд в производственной бригаде?

§ 3. ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТРАТ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ НАБЛЮДЕНИЕМ

Рационализация трудовых процессов, установление технически обоснованных норм времени основываются на всестороннем изучении производства, исследовании взаимодействия всех его элементов, выявлении потерь и нерациональных затрат рабочего времени.

В техническом нормировании используют два основных метода исследования затрат рабочего времени: фотографию рабочего времени (ФРВ) и хронометраж. Иногда допускается их сочетание в одном исследовании. В основе этих методов лежит наблюдение, которое может выполняться либо визуально самим наблюдателем непосред-

ственно на рабочих местах (на участке), либо с помощью различных приборов (фотокиноаппаратуры, осциллографа, промышленной телевизионной установки и т. д.), при этом наблюдатель может регистрировать трудовые процессы даже на расстоянии (дистанционно).

Фотография рабочего времени, ее задачи и содержание

Фотографией рабочего времени называется метод изучения затрат рабочего времени путем наблюдения и замеров всех без исключения затрат времени в порядке их фактической последовательности. Фотография рабочего времени является одним из наиболее универсальных методов технико-нормировочной работы. Основным ее назначением является определение структуры затрат рабочего времени, выявление непроизводительной работы рабочего (оборудования) и всех потерь рабочего времени, т. е. выявление резервов производства, изучение передового производственного опыта по использованию рабочего времени и получение исходных данных для разработки нормативов подготовительно-заключительного времени, времени обслуживания рабочего места и времени на отдых и личные потребности, технологически неизбежных перерывов.

Фотография рабочего времени может проводиться не только в течение смены (фотография рабочего дня — ФРД), но и в течение любого другого периода (суток, часа и т. д.), который определяется целью исследования затрат рабочего времени и характером объекта наблюдения (рабочий, станок, автоматическая линия, аппаратурный процесс и др.).

Фотография рабочего времени позволяет решать следующие задачи: составить фактический баланс рабочего времени, т. е. распределить его по отдельным категориям затрат времени; определить удельный вес потерь рабочего времени и выявить их причины; определить степень использования оборудования во времени, загрузку рабочего в течение периода наблюдения и коэффициент возможного повышения производительности труда; определить фактическую выработку продукции и темп работы в течение периода наблюдения, т. е. динамику производительности труда в течение смены; получить исходные данные для разработки нормативов и организационно-

технических мероприятий по повышению производительности труда, установить норму труда.

В зависимости от цели и назначения различают следующие ФРВ.

По объекту наблюдения:

индивидуальную, где объектом наблюдения является рабочий (одностаночник или многостаночник) или один станок (оборудование);

групповую (массовую), охватывающую наблюдением группу рабочих (оборудования), выполняющих одинаковые или различные операции независимо друг от друга;

бригадную, когда ведется наблюдение за работой бригады в целом; если наблюдение ведется за каждым членом бригады, в отдельности, то ФРВ принимает характер групповой фотографии рабочего времени;

производственного процесса, когда ведется наблюдение за протеканием технологического процесса и затратами рабочего времени рабочих, обслуживающих аппараты (аппаратные процессы, автоматические линии и т. д.).

По методу наблюдения:

сплошные замеры, когда запись (регистрация) затрат времени ведется без перерыва по текущему времени по мере их появления;

выборочные замеры времени по отдельным видам затрат рабочего времени (например, регистрируется в течение дня только продолжительность обслуживания рабочего места);

периодические замеры, когда запись (регистрация) всех затрат рабочего времени производится через заранее установленные интервалы времени; этот метод используется при групповой ФРД или при продолжительном периоде наблюдения (сутки, неделя и т. д.); производится запись (регистрация) только тех затрат времени, появление которых совпадает с началом интервала;

моментные наблюдения, когда запись (регистрация) затрат времени производится в выбранные моменты времени.

По способу наблюдения:

визуально наблюдателем или самим рабочим путем отсчета времени по показателям стрелки часов, секундомера;

посредством специальных приборов, регистрирующих время под управлением наблюдателя или автоматически.

По форме записи наблюдения:

цифровую (записывается текущее время наблюдения в часах, минутах, секундах);

индексную (сокращенная условная запись затрат рабочего времени, пример которой приведен на с. 22);

графическую (составление графика в определенных координатах);

смешанную (сочетание нескольких форм записи).

Каждому виду ФРВ соответствует своя форма записи наблюдения и своя форма документации. Но все они имеют один порядок проведения, который складывается из следующих этапов: I — подготовка к наблюдению; II — фотографирование процесса, т. е. непосредственное наблюдение (фиксация времени); III — обработка результатов наблюдений, их анализ и разработка организационно-технических предложений в соответствии с целью проводимых наблюдений. Содержание каждого этапа рассматривается ниже на конкретных примерах проведения ФРД.

Индивидуальная фотография рабочего дня

I. Подготовка к наблюдению. Индивидуальная ФРД позволяет производить наиболее полное и всестороннее изучение и измерение затрат времени в течение смены (рабочего дня). Подготовка к наблюдению во многом обеспечивает требуемое качество наблюдения и точность его результатов. Этап подготовки к наблюдению заключается в следующем:

проводят ознакомление (обычно накануне дня проведения ФРД) с технико-организационными условиями на рабочем месте;

устраняют обнаруженные недостатки в организации труда, если цель ФРД связана с разработкой нормативов (в общем случае предварительное устранение всех отклонений от запроектированного производственного процесса не проводится);

заполняют соответствующие графы на лицевой стороне карты ФРД (форма 1) наблюдательного листа; сообщают рабочему цель проведения ФРД;

в соответствии с целью и объектом наблюдения устанавливают систему обозначений элементов работы и перерывов, для чего используют рассмотренные выше индексы;

ФОРМА 1

Лицевая сторона

Предприятие	*Машиностроительный завод*			**Карта индивидуальной фотографии рабочего дня**			
Цех	*Механический*						
Дата	Смена	Время наблюдения		Рабочий			
		Начало	Конец	Фамилия	*Н. П. Орлов*	Разряд	*3-й*
5/IX	*1*	*7.00*	*16.00*	Специальность	*Токарь*	Стаж	*6 лет*
Оборудование				Работа			
Наименование	*Токарный полуавтомат*	Операция	*Обточка по диаметру и подрезка двух торцов*				
Модель	*1730*	Деталь	*Зубчатое колесо*				
Инв. №	*5556*	Разряд работы	*3-й*	Материал	*Серый чугун*		
Состояние	*Хорошее*	Норма штучного времени	*2,36 мин*				
Инструмент	*Проходной и подрезной резцы*	Норма выработки $T_{пз} = 8$ мин $T_{об} = 4{,}2\%\ T_{оп}$ $T_{отл} = 3\%\ T_{оп}$	*200 шт. в смену*				

Организация рабочего места:

1. Порядок снабжения заготовками: *рабочий снабжается заготовками неравномерно, часто сам ходит и подносит заготовки на рабочее место.*
2. Обеспечение инструментом: *инструмент находится на рабочем месте. Заточка инструмента централизованная.*
3. Порядок ухода за оборудованием: *уборка и смазывание оборудования производятся самим рабочим. Наладку выполняет наладчик.*

Наблюдательный лист
индивидуальной фотографии рабочего дня

№ по пор.	Что наблюдалось	Индекс	Текущее время, ч и мин	Продолжительность, мин	Перекрывается №	Фактическая выработка
1	Получает от мастера наряд и приспособление	ПЗ	7.05	5	—	—
2	Подносит заготовки на рабочее место	НР	7.15	10	—	—
3	Работает	ОП	7.50	35	—	18
4	Ждет наладчика	ПНТ	7.55	5	—	—
5	Показывает наладчику технические неполадки	ПНТ	8.02	7	—	—
6	Работает	НР	8.06	4	—	*Брак по вине рабочего*
7	Ожидание подналадки станка	ПНТ	8.26	20	—	—
8	Пошел и принес новые заготовки	НР	8.31	5	—	—
9	Работает	ОП	9.20	49	—	19
10	Отметает стружку	Тех	9.24	4	—	—
11	Работает	ОП	10.15	51	—	20
12	Преждевременно ушел на обед (с 10.30 до 11.30)	ПНД	10.30	15	—	—
13	Опоздание к началу работы, включает станок	ПНД	11.34	4	—	—
14	Работает	ОП	12.15	41	—	16
15	Ожидание заготовок	ПНТ	12.45	30	—	—
16	Подносит заготовки на рабочее место	НР	12.50	5	—	—
17	Работает	ОП	13.40	50	—	21
18	Отсутствует на рабочем месте	Отл	13.55	15	—	—
19	Работает	ОП	15.20	85	—	39
20	Посторонний разговор	ПНД	15.31	11	—	—
21	Работает	ОП	15.50	19	—	6
22	Уборка рабочего места	Орг	15.56	6	—	—
23	Сдает приспособления	ПЗ	16.00	4	—	—
	Итого			480	—	139 шт. (фактическая выработка)

Продолжение формы 1

Баланс рабочего дня

Категория затрат рабочего времени	Наименование затрат	Индекс	Проектируемый или нормативный баланс		Фактический баланс		Нормативное время по фактической выработке, мин	Лишние затраты времени или экономия «—»	
			мин	%	мин	%		мин	%
Подготовительно-заключительное	Получение наряда, приспособления и его сдача	ПЗ	*8*	*1,67*	*9*	*1,87*	*8*	*1*	*0,2*
Оперативное	Работа	ОП	*440*	*91,73*	*330*	*68,75*	*305,8*	*24,2*	*5,04*
На обслуживание рабочего места	Сметает стружку Убирает рабочее место	Тех Орг	*18,8*	*3,85*	*4* *6*	*0,83* *1,25*	*12,85*	*—2,85*	*—0,59*

Продолжение формы 1

Категория затрат рабочего времени	Наименованис затрат	Индекс	Проектируемый или нормативный баланс		Фактический баланс		Нормативное время по фактической выработке, мин	Лишние затраты времени или экономия «—»	
			мин	%	мин	%		мин	%
Отдых и личные потребности рабочего	Отсутствует на рабочем месте	Отл	*13,2*	*2,75*	*15*	*3,13*	*9,17*	*5,83*	*1,21*
Непроизводительная работа	Подносит заготовки, брак в работе	НР	—	—	*24*	*5,0*	—	*24*	*5,0*
Простой	Ожидание наладчика	ПНТ	—	—	*5*	*1,05*		*5,0*	*1,05*
	Отсутствие заготовок	ПНТ	—	—	*30*	*6,25*	—	*30*	*6,25*
	Ожидание конца наладки	ПНТ	—	—	*27*	*5,62*		*27*	*5,62*
	По вине рабочего	ПНД	—	—	*30*	*6,25*		*30*	*6,25*
	Итого		*480*	*100*	*480*	*100*	*335,82*	*144,18*	*30,03*

составляют нормативный баланс рабочего дня, если необходимо выявить все резервы производства и определить возможный рост производительности труда.

II. *Наблюдение*. В процессе наблюдения проводят измерение и запись всех без исключения затрат рабочего времени в порядке их появления в течение всего периода наблюдения. Расчленение (дифференциация) отдельных категорий затрат времени (см. рис. 1) зависит от цели наблюдения. Оно должно учитывать, во-первых, возможность ведения глубокого анализа наблюдаемого процесса и, во-вторых, возможность ведения замеров и записей по текущему времени. Содержание и порядок записи формы наблюдательного листа приведены в форме 1.

III. *Обработка результатов наблюдения*. Обработка результатов наблюдения заключается в следующем.

1. В наблюдательном листе определяют продолжительность каждой категории затрат рабочего времени (из каждого последующего замера вычитается величина предыдущего).

2. Все замеры суммируют по категориям затрат рабочего времени, т. е. составляют сводку одноименных затрат рабочего времени (см. форму 1).

3. Составляют фактический баланс рабочего дня, т. е. заполняют соответствующую графу карты ФРД (см. форму 1).

4. Определяют нормативную продолжительность выполнения работы при фактической выработке продукции и выявляют отклонения от нормы (лишнее время).

5. Определяют коэффициент занятости рабочего активной (полезной) работой:

$$K_з = T_н/T_{см} = (9 + 330 + 4 + 6)/480 = 349/480 = 0,727,$$

где $T_н$ — нормируемые затраты времени (фактический баланс), мин.

6. Определяют показатели использования рабочего времени, к которым относят:

а) показатель, характеризующий фактический удельный вес (долю) оперативного времени в балансе рабочего дня, %

$$K_{оп} = (T_{оп}/T_{см})\,100.$$

В рассматриваемом примере (см. форму 1) $K_{оп} = (330/480)\,100 = 68,75\%$;

б) показатель возможного уплотнения рабочего дня, %, характеризующий удельный вес всех потерь рабочего времени в течение рабочего дня, устранение которых позволит достичь нормативной выработки при данных организационно-технических условиях производства:

$$K_1 = \frac{T_{см} - (T_{пз} + T_{оп} + T_{об} + T_{отл})_{норм}}{T_{см}} 100;$$

этот показатель позволяет определить возможный рост производительности труда, %, за счет устранения потерь рабочего времени

$$K_2 = [(K_1/(100 - K_1)] 100.$$

В рассматриваемом примере эти показатели составят:

$$K_1 = \frac{480 - (8 + 305{,}8 + 12{,}85 + 9{,}17)}{480} 100 = 30{,}03\%;$$

$$K_2 = [30{,}03/(100 - 30{,}03)] 100 = 43 \%.$$

Устранение всех потерь обеспечит выработку продукции в количестве, предусмотренном нормой:

$$H_в = H_ф \frac{100 + K_2}{100} = 139 \frac{100 + 43}{100} = 198{,}77 \approx 200 \text{ шт.}$$

Часто в литературе встречается следующая формула определения роста производительности труда, %:

$$П = [(T_{оп.\,у} - T_{оп.\,ф})/T_{оп.\,ф}] 100,$$

где $T_{оп.\,у}$ — оперативное время, предусмотренное нормативным балансом рабочего времени для данной работы, мин; $T_{оп.\,ф}$ — фактическое оперативное время за период наблюдения, мин.

Эта формула не отражает возможного роста производительности труда, так как она не учитывает всех потерь рабочего времени (нерациональные технологические приемы работы, простои в цикле и др.). Она будет отражать возможный рост производительности труда в том случае, если нормативное время и фактическое оперативное время на единицу работы будут равными. Например, эту формулу можно было бы использовать, если бы рабочий изготовил не 139, а 150 деталей. Тогда нормативное $T_{оп} = 440/200 = 2{,}2$ мин было бы равно фактическому $T_{оп} = 330/150 = 2{,}2$ мин. Однако фактическая выработка рабочего составила 139 деталей и соответственно $T_{оп} = 330/139 = 2{,}4$ мин, что указывает на имеющиеся резервы

роста производительности труда за счет устранения потерь рабочего времени внутри технологического цикла, которые учесть данной формулой нельзя.

Фотография рабочего дня не вскрывает подробно причин потерь оперативного времени, ибо для этого используются другие методы технического нормирования: фотохронометраж или хронометраж, но ФРД позволяет получить полные данные о возможном росте производительности труда K_2.

IV. *Разработка организационно-технических мероприятий.* Завершающим этапом ФРД является разработка организационно-технических мероприятий по устранению причин, вызывающих потери рабочего времени, и повышению производительности труда.

В рассматриваемом примере могут быть предложены следующие мероприятия: проведение хронометража с целью выявления и устранения причин лишних затрат оперативного времени на данной операции; организация централизованной доставки заготовок на рабочее место; совершенствование системы обслуживания рабочих мест наладчиками; принятие мер к устранению причин нарушения трудовой дисциплины.

Фотография рабочего дня многостаночника

Если рабочий обслуживает одновременно несколько станков (см. гл. II), то с помощью ФРД можно не только выявить резервы роста производительности труда, но и установить норму обслуживания. Этапы и порядок проведения наблюдений в этом случае такие же, как и при индивидуальной ФРД рабочего. Однако структура затрат рабочего времени будет несколько отличаться за счет таких специфических категорий затрат рабочего времени, как активное наблюдение рабочего за работой станков, переход от станка к станку в зоне обслуживания и др.

Баланс затрат рабочего времени (сводка одноименных затрат рабочего времени) составляется как по рабочему, так и по оборудованию, которое он обслуживает. Пример заполнения наблюдательного листа ФРД многостаночника приведен в форме 2. На основании наблюдательного листа составляется сводка одноименных затрат рабочего времени, пример которой приведен на оборотной стороне формы 2.

ФОРМА 2

Лицевая сторона

Наблюдательный лист фотографии рабочего дня многостаночника, обслуживающего станки

№ по пор.	Что наблюдалось	Индекс	Текущее время, ч и мин	Продолжительность, мин	Станки		
					1	2	и т. д.
1	Получение наряда	ПЗ	*8.07*	*7*	*ПТ*	*ПТ*	
2	Получение заготовок	НР	*8.20*	*13*	*ПТ*	*ПТ*	—
3	Установка детали	В И т. д	*8.22*	*2*	*РЗ*	*ПТ*	

Продолжение формы 2

Оборотная сторона

Сводка одноименных затрат рабочего времени многостаночника

Индекс	Затраты рабочего времени	Повторяемость за время наблюдения	Общая продолжительность, мин	Баланс затрат рабочего времени, %
ПЗ	*Получение наряда и сдача работы*	*2*	*12*	*2,5*
А	*Активное наблюдение за работой инструмента*	*36*	*85*	*17,7*
В	*Установка детали* И т. д.	*140*	*156*	*32,5*

Продолжение формы 2

Оборотная сторона

Сводка времени работы оборудования при многостаночном обслуживании

Индекс	Затраты рабочего времени	Станки				
		1		2		и т. д.
		Повторяемость	Продолжительность, мин	Повторяемость	Продолжительность, мин	—
ПТ	Простои по организационно-техническим причинам	*3*	*15*	*5*	*27*	—
РЗ	Работа	*140*	*340*	*114*	*270*	—
	и т. д.					

Самофотография

Повышение эффективности труда и качества работы на каждом рабочем месте, сознательное отношение рабочих к труду создают условия для привлечения их творческой инициативы к проведению самофотографии рабочего дня.

Самофотография — это фотография (отражение) потерь рабочего времени исполнителя, которые он сам выявляет и записывает в специальную карту наблюдений начало и конец перерыва в работе и его причину, указывая при этом, как был использован этот перерыв. Пример заполнения карты самофотографии рабочего дня приведен в форме 3.

Большим преимуществом проведения самофотографии рабочего дня является ее массовость, возможность привлечь к устранению недостатков в работе предприятия широкие круги рабочих и охватить наблюдением большое число участков и цехов. Однако отсутствие данных баланса рабочего времени затрудняет проверку качества записи (точность времени, достоверность причин и т. д.). поэтому эффективность метода самофотографии во многом зависит от проведения подготовительной работы по разъяснению рабочим порядка записи и цели проведения самофотографии.

Карта самофотографии рабочего дня

Цех	*Механический*	Дата	*12 ноября 1989 г.*	Смена	*1*
Начало наблюдения		*8 ч. 00 мин*	Конец наблюдения	*16.00*	
Рабочий			Оборудование		
Фамилия, и. о.		*Петров Н. И.*	Тип оборудования	*Станок 16К20*	
Таб. номер	*237*	Разряд	*3-й*	Операция: *Токарная. Обточка и подрезка торцов*	
Профессия	*Токарь*	Стаж	*5 лет*	Выполнение норм	*112 %*

№ по пор.	Характер потерь рабочего времени	Причина	Как использован простой	Время, ч и мин		Продолжительность, мин
				Начало	Конец	
1	*Отсутствие работы*	*Брак заготовки*	*Ожидал заготовки*	*11.10*	*11.35*	*25*
			Итого			*25*

Мои предложения по устранению потерь рабочего времени: *Проводить контроль заготовок по всем расчетным параметрам при поступлении их в цех.*

Подпись рабочего: *Петров*

Обработка материалов (карт наблюдений) самофотографии проводится специальными работниками (нормировщиком, инженером по труду) и состоит в систематизации всех записей перерывов по принятой классификации затрат рабочего времени (см. рис. 1) по участкам и цехам, в обобщении предложений рабочих и разработке мероприятий, направленных на устранение причин рабочего времени, повышение производительности труда.

Групповая (бригадная) фотография рабочего дня

I. *Подготовка к наблюдению.* Групповая (бригадная) фотография рабочего дня позволяет одному наблюдателю вести наблюдения одновременно за группой рабочих (станков), поэтому она носит массовый характер. В этом случае запись проводится не по текущему времени непрерывно, а через установленные заранее интервалы времени. Поэтому при подготовке к наблюдению кроме тех работ, что были указаны для индивидуальной ФРД, проводится определение интервала записи по нормативам (например, для трех—пяти объектов интервал наблюдения 1 мин и т. д.).

Выбор места наблюдения проводится так, чтобы наблюдатель мог хорошо видеть все рабочие места, взятые под наблюдение (зону наблюдения). Оформление наблюдательного листа сводится к заполнению необходимых данных об объектах наблюдения и заполнению интервала времени. Пример заполнения наблюдательного листа приведен в форме 4.

II. *Наблюдение.* В соответствии с заданным интервалом наблюдения наблюдатель в установленной последовательности записи фиксирует в наблюдательном листе состояние объекта наблюдения в начале данного интервала времени. Содержание затрат времени обозначается соответствующим индексом.

III. *Обработка результатов наблюдения.* Обработку наблюдательного листа начинают с составления сводки одноименных затрат рабочего времени по каждому объекту наблюдения. Для этого определяют число одноименных индексов по каждой i-й категории затрат рабочего времени.

Полные затраты рабочего времени, мин, по каждой i-й категории затрат определяют по формуле

$$T_i = nt_i$$

ФОРМА 4

Наблюдательный лист групповой (бригадной) фотографии рабочего дня

Периодичность			Фамилия рабочего (или номер станка)				
Часы	Минуты	Интервал, мин	*Миронов*	*Сергеев*	*Иванов*	*Бучин*	И т. д.
			Табельный номер рабочего				
			675	*456*	*448*	*710*	И т. д.
			Индекс затрат рабочего времени				
8	*03*	*3*	ПЗ	ПР	ПЗ	НР	И т. д.
		6	СП	ОП	ОП	НР	
		9	ОП	ОБ	ОП	ОП	
		И т. д.					

где n — число одноименных индексов; t — принятый интервал времени для записи, мин.

Пример. Если за время наблюдения индекс НР у рабочего Бучина повторился всего 2 раза (см. форму 4), то при интервале 3 мин затраты времени, связанные с непроизводительной работой НР, составят $T_{нр} = 2 \cdot 3 = 6$ мин в смену (время наблюдения — смена).

Определение каждой категории затрат рабочего времени и составление баланса рабочего дня производятся как по отдельным объектам наблюдения (рабочим, оборудованию), так и по участку в целом (средние величины).

Анализ результатов и разработка организационно-технических мероприятий производятся так же, как и при индивидуальной ФРД, по каждому рабочему месту и по участку в целом. При небольшой численности бригады можно запись наблюдений вести, как при индивидуальной ФРД, т. е. по текущему времени.

Метод моментных наблюдений

Метод наблюдения называется моментным, так как он основывается на выборочных наблюдениях, проводимых в выбранные моменты времени. Этот метод позво-

ляет определять затраты рабочего времени, не прибегая к сплошному и непосредственному их измерению.

Наблюдатель, делая обход равномерным темпом по определенному маршруту, на каждом рабочем месте фиксирует не время, а состояние трудовой деятельности с помощью принятой системы обозначений каждой категории затрат рабочего времени (см. с. 22). В отличие от групповой фотографии рабочего дня метод моментных наблюдений основывается на выборе интервалов начала обходов так, чтобы они не обладали какой-либо закономерностью относительно цикла производства, носили бы характер случайной выборки. Эти интервалы (время начала обхода рабочих мест) могут определяться с помощью математических таблиц случайных чисел, которые обеспечивают независимость определения момента начала обхода от воли и желания наблюдателя.

Чтобы получить результат наблюдения с требуемой точностью, надо определить число необходимых наблюдений.

$$H = t_h^2 (1 - P_0)/(P_0 \varepsilon^2),$$

где t_h — гарантийный коэффициент принятой вероятности отклонения величины от ее среднего значения; для стабильного процесса $t_h = 2$ при вероятности 0,95; P_0 — примерный удельный вес затрат рабочего времени, которыми можно пренебречь в балансе рабочего дня, сотые доли; $P_0 = 0{,}04 \dots 0{,}1$; ε — задаваемая точность результата (допустимая погрешность), сотые доли.

Пример. Если проводится изучение затрат рабочего времени на участке с 60 рабочими и надо получить результат с точностью до 10 %, то всего необходимо будет сделать $H = 4\,(1 - 0{,}04)/(0{,}04 \cdot 0{,}1^2) = 600$ наблюдений, или надо сделать не менее 10 обходов (600 : 60).

Пример заполнения наблюдательного листа при моментных наблюдениях приведен в форме 5. Обработка наблюдательного листа (см. форму 5) сводится к составлению баланса затрат рабочего времени.

Пример. Если индекс НР повторился за смену 120 раз на участке[1], то потери рабочего времени, связанные с непроизводительной работой, составят $П_{н.\,р} = (120 : 600)\,100 = 20\ \%$ (и т. д. по всем индексам). В переводе на время эти затраты рабочего времени на участке составят $T_{н.\,р} = (60 \times 480 \times 20)/100 = 5760$ мин $= 9{,}6$ ч в смену.

[1] Если наблюдения проводятся в течение нескольких смен, то число индексов в смену определяется как средняя величина (общее число одноименных индексов, деленное на число смен).

Наблюдательный лист фотографии рабочего дня метода моментных наблюдений									
Время начала обхода	Номер по порядку рабочих мест в зоне наблюдения								
	1	и т. д.	12	13	14	и т. д.	58	59	60
Начало смены: *8 ч. 00 мин*	Индексы затрат рабочего времени								
11 ч. 23 мин *11 ч. 46 мин* *12 ч. 15 мин* и т. д.	*НР* *НР* *ПЗ*	и т. д.	*НР* *ПЗ* *ОП*	*ПЗ* *ОП* *ОП*	*ПЗ* *ОП* *ОП*	и т. д.	*НР* *ПЗ* *ОП*	*НР* *ПЗ* *ОП*	*ПЗ* *ПЗ* *ОП*

Примечание. Обход может начинаться с любого номера расположенных по порядку в зоне наблюдения рабочих мест, например с 58 и т. д.

Аналогично определяются величины всех категорий затрат и составляется баланс рабочего времени для каждого рабочего (или оборудования).

Фотография производственного процесса

При изучении аппаратурных процессов (термических, гальванических и др.), а также при исследовании трудовых процессов в автоматизированном производстве (автоматические линии, участки в цехах-автоматах) бывает необходимым проведение одновременного наблюдения за течением самого технологического процесса и работой рабочих, обслуживающих агрегаты, автоматы, аппараты и т. д. Поэтому такие фотографии требуют либо работы двух наблюдателей, либо применения для наблюдения технических средств. Обработка полученных результатов наблюдения проводится раздельно по оборудованию и рабочим изложенными выше методами.

Хронометраж

Под хронометражем понимается изучение посредством наблюдения и замеров продолжительности периодически повторяющихся (с каждым циклом) эле-

ментов основного и вспомогательного времени. Объектом хронометража являются операция и ее составляющие элементы.

В техническом нормировании хронометраж применяется в целях выявления и отбора передовых методов и приемов работы; определения продолжительности выполнения отдельных элементов операции для получения исходных данных при разработке нормативов или установлении технически обоснованных норм времени; проверки выполнения действующих норм времени, уточнения их и выявления причин невыполнения; организации труда рабочих-многостаночников; выявление потерь рабочего времени внутри технологического цикла операции.

Различают два способа проведения хронометража: сплошной по текущему времени, когда исследуются все элементы оперативного времени, циклически повторяющиеся в определенном порядке; и выборочный, когда исследуются отдельные элементы операции (приемы работы) независимо от их последовательного выполнения.

Если приемы работы (элементы операции) имеют очень малую продолжительность и визуальные замеры невозможны, то такие приемы объединяют в группы, каждая из которых в цикле периодически повторяется в определенной последовательности. Такой хронометраж называется цикловым. Применение в этих случаях киносъемки позволяет провести хронометраж по текущему времени, не прибегая к группировке элементов.

Процесс исследования затрат рабочего времени методом хронометража имеет те же этапы, что и метод фотографии рабочего дня, но содержание этих процессов существенно различается.

I. *Подготовка к наблюдению.* Чтобы обеспечить точность наблюдения, необходима тщательная подготовка, которая заключается в следующем.

1. В зависимости от цели хронометража определяют объект наблюдения, например рабочего, за работой которого будет вестись наблюдение.

2. Изучают структуру операции, методы ее выполнения и расчленяют операцию на составляющие элементы.

Степень расчленения операции зависит от типа производства, принятой систематизации элементов затрат рабочего времени в соответствующих нормативах, целей исследования, возможности измерения продолжительности

принятым способом (с помощью секундомера, автоматического прибора и т. д.). При расчленении операции необходимо выявить технологическую последовательность выполнения каждого элемента (при сплошном хронометраже) и возможность устранения лишних приемов или ненужных элементов операции.

3. Чтобы определить продолжительность каждого элемента, необходимо точно установить его начало и конец (границы, отделяющие один элемент от другого). Моменты, имеющие заданные признаки, определяющие начало и конец выполнения элемента, называются фиксажными точками (признаки их установления даны в форме 6). При наблюдении по текущему времени Т фиксажная точка конца элемента является одновременно начальной точкой последующего элемента.

4. Выявляют факторы, влияющие на продолжительность каждого элемента операции в конкретных производственных условиях, что позволяет при анализе результата наблюдения выявить и исключить дефектные замеры.

5. Определяют число необходимых наблюдений с учетом вида работы: машинные (выполняемые с помощью машин и механизмов) и ручные (слесарно-сборочные, сварочные и др.) и типа производства. Для овладения навыками проведения хронометража, упрощения расчетов числа необходимых наблюдений приведено в табл. 1 [28].

6. Наблюдатель разъясняет рабочему цель хронометража и уточняет порядок выполнения работы; про-

ФОРМА 6

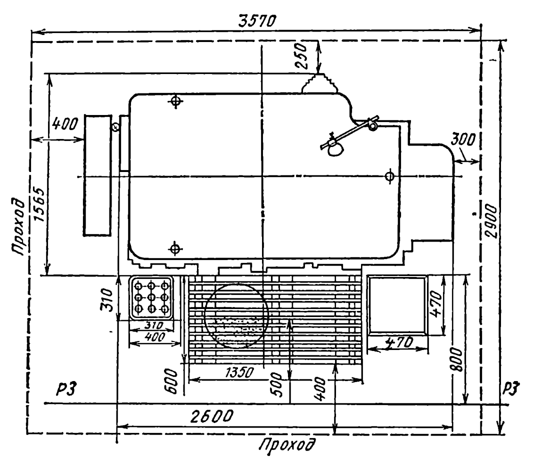
Лицевая сторона

<table>
<tr><td>Предприятие</td><td>Машиностроительный завод</td><td>Цех</td><td>№ 15</td><td colspan="2" rowspan="2">Хронометражная карта № 1</td></tr>
<tr><td>Тип производства</td><td colspan="3">Крупносерийное</td></tr>
<tr><td>Цель хронометража</td><td colspan="3">Проверка нормы времени</td><td rowspan="2">Время наблюдения, ч и мин</td><td rowspan="2">10.20</td></tr>
<tr><td>Рабочий</td><td colspan="3">Изделие</td></tr>
</table>

Лицевая сторона

Фамилия, и. о.	*Рюмин А. Н.*	Наименование	*Валик*	Операция	*Обточить валик по диаметру 27 мм на длину 140мм*
Разряд	*3-й*	Шифр	*П-ТУ-1*		
Стаж	*6 лет*	Материал	*Сталь 45*	Оборудование	*Станок 16К20*
		Масса	*0,4 кг*		
				Инструмент	*Резец*
				Приспособление	—

Схема организации рабочего места



РЗ — рабочая зона

Результаты хронометража:

1. Оперативное время операции $T_{оп} = 1{,}284$ мин.
2. Принимаем (по нормативам) время на обслуживание, отдых и личные потребности *6 %* от $T_{оп}$
3. Норма штучного времени $T_{ш} = 1{,}36$ *мин*
4. Норма выработки в смену $H_{в} = 341$ *шт.*
5. Подготовительно-заключительное время $T_{пз} =$ $= 16$ *мин.*

Порядок обслуживания рабочего места: *централизованная заточка инструмента, наладку выполняет наладчик*

Замечания и предложения наблюдателя: *Тару установить ближе к станку. Действующую норму пересмотреть.*

Продолжение формы 6

Оборотная сторона

Хронометражный лист

№ по пор.	Наименование элементов операции	Фиксажные точки	Индекс времени	Номер замера (наблюдения)							Сумма, мин	Средняя продолжительность, мин	Коэффициент устойчивости, $K_у$		Нормируемая продолжительность, мин
				1	2	3	4	5	...	15			фактический	нормативный	
				Время, мин											
1	Взять и установить деталь на станок	Движение руки к детали (начало)	Т	*0,18*	*1,24*	*2,36*	*3,59*	*4,87*	. . .	*17,69*	—	—	—	—	—
		Движение руки к кнопке (конец)	П	*0,18*	*0,16*	*0,15*	*0,16*	*0,18*	. . .	*0,16*	*2,49*	*0,166*	*1,2*	*1,5*	*0,166*
2	Включить станок, подвести резец, включить подачу	Начало появления стружки	Т	*0,24*	*1,31*	*2,46*	*3,65*	*4,93*	.	*17,76*	—	—	—	—	—
			П	*0,06*	*0,07*	*0,1*	*0,06*	*0,06*	. .	*0,07*	*0,93*	*0,062*	*1,1*	*1,8*	*0,062*

№ по пор.	Наименование элементов операции	Фиксажные точки	Индекс времени	Номер замера (наблюдения)							Сумма, мин	Средняя продолжительность, мин	Коэффициент устойчивости, $K_у$		Нормируемая продолжительность, мин
				1	2	3	4	5	..	15			фактический	нормативный	
				Время, мин											
3	Обточить деталь	Конец схода стружки	Т	0,75	1,81	2,98	4,15	5,44	. . .	18,27	—	—	—		—
			П	0,51	0,5	0,52	0,5	0,51		0,51	7,62	0,508	1,04	1,1	0,508
4	Включить подачу, отвести резец, выключить станок	Движение руки от кнопки	Т	0,79	1,86	3,03	4,19	5,48	. . .	18,32		—	—	—	—
			П	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	. . .	0,05	0,66	0,044	1,2	2,2	0,044
5	Промерить деталь скобой по ∅ 27 мм	Движение руки от скобы	Т	0,81	1,91	3,26	4,41	5,68	. . .	18,52	—	—	—	—	—
			П	0,02	0,05	0,23	0,22	0,20	. . .	0,20	3,24	0,216	1,1	1,5	0,216

Продолжение формы 6

№ по пор.	Наименование элементов операции	Фиксажные точки	Индекс времени	Номер замера (наблюдения) 1	2	3	4	5	. . .	15	Сумма, мин	Средняя продолжительность, мин	Коэффициент устойчивости, K_y фактический	нормативный	Нормируемая продолжительность, мин
				Время, мин											
6	Снять деталь и отложить в тару	Движение руки от детали	Т	*1,08*	*2,21*	*3,43*	*4,69*	*5,98*	. . .	*18,82*	—	—	—	—	—
			П	*0,27*	*0,3*	*0,17*	*0,28*	*0,3*	. . .	*0,3*	*4,32*	*0,288*	*1,1*	*1,5*	*0,288*

	Причина	Начало, мин	Конец, мин	Продолжительность, мин	Причина	Начало, мин	Конец, мин	Продолжительность, мин
Исключение дефектных замеров	*Уточнил подачу*	*2,36*	*2,46*	*0,1*	Ошибка в наблюдении	*1,86*	*1,91*	*0,05*
	Ошибка в наблюдении	*0,79*	*0,81*	*0,02*	Бросил в тару	*3,26*	*3,43*	*0,17*

Таблица 1

Число наблюдений при проведении хронометража [28]

Тип производства	Продолжительность операции (элемента), мин								
	До 0,1	0,1—0,25	0,25—0,5	0,5—1,0	1—2	2—5	5—10	10—20	Свыше 20
Массовое	125	80	50	35	25	20	15	12	—
Крупносерийное	—	—	35	25	20	15	12	10	—
Среднесерийное	—	—	—	—	15	12	10	8	6
Мелкосерийное	—	—	—	—	—	10	8	6	5

веряет наличие нормальных условий для высокопроизводительной работы (в случае их отклонения от условий, предусмотренных технологией и НОТ, проводит мероприятия, обеспечивающие нормальные условия труда); выбирает время наблюдения.

7. Заполняется лицевая сторона хронометражной карты, где записываются все данные, характеризующие рабочего, оборудование и т. д. (см. форму 6). На оборотной стороне хронометрической карты записываются перечень элементов операции и фиксажные точки.

II. *Наблюдение*. Чаще всего для измерения продолжительности операции наблюдатель пользуется секундомером или хронометром. Наблюдение производят до тех пор, пока число наблюдений (замеров) по каждому элементу операции не будет равно расчетному. Запись производят в наблюдательном хронометражном листе, пример заполнения которого приведен в форме 6.

При хронометраже по текущему времени записывают время конца каждого элемента (кроме первого в начале наблюдения). Перед началом наблюдения надо знать продолжительность операции (или изучаемого элемента операции) для установления нормативного количества наблюдений. В рассматриваемом примере хронометраж проводят с целью проверки действующей нормы времени. Предварительно зная, что действующая норма времени, которая подлежит проверке, равна 2,1 мин, определяем по табл. 1 для крупносерийного производства требуемое число наблюдений — 15. Для краткости записи в карте

(см. форму 6, оборотная сторона) даны первые пять наблюдений и последнее— 15-е.

III. *Обработка результата наблюдений.* Для определения продолжительности элемента операции из текущего времени выполнения данного элемента вычитают текущее время выполнения предыдущего элемента и записывают в графу продолжительности данного элемента. Получают ряд продолжительностей (П) для каждого элемента. Такой ряд чисел называют *хронорядом.* При выборочном хронометраже этот расчет отпадает, так как каждый замер выражает сразу продолжительность элемента. Продолжительность элемента операции может колебаться, поскольку рабочий не всегда затрачивает одинаковое время на выполнение элемента. Чтобы оценить хроноряд относительно его колебания, используют коэффициент устойчивости хроноряда $К_у$, который определяют из отношения максимальной продолжительности элемента операции x_{max} хроноряда к минимальной продолжительности x_{min} того же хроноряда:

$$К_у = x_{max}/x_{min}.$$

Чтобы обеспечить необходимую точность результата хронометража, коэффициент устойчивости $К_у$ для каждого хроноряда не должен быть выше значений, допустимых нормативами, которые приведены в табл. 2. В рас-

Таблица 2

Нормативные значения коэффициента устойчивости $К_у$ хроноряда [28]

Тип производства	Продолжительность элемента операции, с							
	До 3		4—6		7—18		Св. 18	
	Машинные	Ручные	Машинные	Ручные	Машинные	Ручные	Машинные	Ручные
Массовое	1,8	2,5	1,5	2,0	1,3	1,7	1,2	1,5
Крупносерийное	2,2	2,8	1,8	2,5	1,5	2,0	1,3	1,7
Среднесерийное	—	×	2,0	2,8	1,8	2,5	1,5	2,0
Мелкосерийное	—	×	2,5	3,0	2,0	2,8	1,8	2,5

Примечание. Для элементов операции основного машинного времени $К_у$ не должен превышать 1,1 для всех типов производства.

сматриваемом примере для машинных работ (станочная операция) нормативные $K_у$ составляют 2,2—1,5.

Обеспечение устойчивости хроноряда достигается путем исключения дефектных (случайных) замеров из-за ошибки наблюдателя, отклонений от установленных приемов работы рабочего и т. д. (см. форму 6). Например, такими замерами являются во втором элементе 3-й замер, в пятом — 1 и 2-й замер и в шестом — 3-й замер, которые имели резкое отклонение в хроноряду. Устойчивый хроноряд служит для расчета продолжительности данного элемента операции, который может быть выполнен тремя методами.

1. Методом нахождения среднеарифметической величины по формуле

$$\overline{x} = (x_1 + x_2 + \ldots + x_n)/n,$$

где x_1, x_2, ..., x_n — продолжительность элемента операции, мин; n — число замеров данного элемента.

В рассматриваемом примере (см. форму 6) для третьего хроноряда (обточить деталь) средняя продолжительность элемента операции

$$\bar{x}_3 = \frac{0{,}51 + 0{,}5 + 0{,}52 + 0{,}5 + 0{,}51 + 0{,}5 + 0{,}52 +}{15} \rightarrow \ldots$$

$$\rightarrow \ldots \frac{+ 0{,}5 + 0{,}51 + 0{,}51 + 0{,}52 + 0{,}5 + 0{,}5 + 0{,}51 + 0{,}51}{} = 0{,}508$$

2. Методом нахождения моды. В условиях поточного производства при большом числе замеров (наблюдений) часто при обработке хронорядов для упрощения расчетов используют модальную величину для определения продолжительности элемента. Мода — наиболее часто повторяющаяся в хроноряде величина.

Рассмотрим следующий пример нахождения моды для хроноряда, состоящего из 21 замера. По данным о продолжительности элемента операции «Установить деталь», мин, 0,3; 0,4; 0,35; 0,27; 0,3; 0,4; 0,28; 0,3; 0,36; 0,3,; 0,32; 0,4; 0,3; 0,29; 0,27; 0,3; 0,41; 0,32; 0,3; 0,35; 0,41; определим кратность повторения числовых величин данного хроноряда

Числовая величина	0,3	0,4	0,35	0,27	0,28	0,32	0,36	0,29	0,41
Кратность	7	3	2	2	1	2	1	1	2

Сравнивая кратность повторения числовых величин хроноряда, найдем такую величину, которая имеет наибольшее число повторений. В данном примере такой величиной будет мода 0,3, которая и принимается в качестве расчетной.

3. Методом нахождения медианы. Медиана — величина, которая имеет среднее положение в хроноряду.

Для нахождения ее хроноряд предварительно располагают либо по возрастающей, либо по убывающей величине продолжительности элемента. Среднее расположение этой величины указывает на медиану.

На практике часто в условиях большого числа замеров для нахождения медианы проводят последовательное попарное исключение из хроноряда наибольшей и наименьшей величин, оставшаяся величина будет медианой. Если останется несколько одинаковых величин, то такой хроноряд имеет совпадение моды (по частоте повторений) и медианы.

Если приведенный выше хроноряд расположить по возрастающей числовой величине продолжительности элемента, то получим следующий хроноряд: 0,27; 0,27; 0,28; 0,29; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3: 0,3; 0,3; 0,32; 0,32; 0,35; 0,35; 0,36; 0,4; 0,4; 0,4; 0,41; 0,41. В данном хроноряду среднее положение занимает величина 0,3, которая и будет медианой, необходимой для расчета продолжительности элемента операции.

Если использовать способ исключения и исключить попарно 0,27 и 0,41, 0,27 и 0,41, 0,28 и 0,4 и т. д., то в результате останется средняя величина, т. е. медиана, равная 0,3, которая совпадает с модой.

Нахождение средней продолжительности каждого элемента операции позволяет получить путем суммирования общую продолжительность выполнения операции (см. пример в форме 6). В условиях отсутствия кино-фотоаппаратуры и применения циклового способа хронометрирования определение продолжительности каждого элемента операции проводят путем решения ряда уравнений (математический алгоритм позволяет выполнять обработку хронометража на ЭВМ).

Пример. Рассмотрим операцию малой продолжительности, состоящую из четырех элементов a, b, c, d. В этом случае будем иметь четыре группы по три элемента: 1) a, b, c; 2) d, a, b; 3) c, d, a; 4) b, c, d. После проведения наблюдения и обработки хроноряда для каждой из четырех групп получаем среднюю продолжительность каждой группы элементов: 1) A; 2) B; 3) C; 4) D.

Продолжительность каждого элемента определяем путем решения ряда уравнений:

$$a + b + c = A;$$
$$d + a + c = B;$$
$$c + d + a = C;$$
$$b + c + d = D.$$

Складывая обе части этих уравнений, получим общую продолжительность операции S:

$$3a + 3b + 3c + 3d = A + B + C + D;$$
$$a + b + c + d = \frac{A + B + C + D}{3} = S.$$

Продолжительность каждого элемента составит

$$a = S - D; \quad c = S - B; \quad b = S - C; \quad d = S - A.$$

IV. В зависимости от цели хронометража проводится анализ полученных результатов и устанавливаются норма времени, рациональная структура операции и т. д. В примере (см. форму 6) выявлено отклонение действующей нормы времени от полученной на основе хронометража, которое составляет 35,2 % (2,1—1,36). В таком случае устанавливают причины отклонения и устраняют их или пересматривают действующую норму времени.

Если рабочий не выполняет циклически повторяющихся элементов операции (операции в целом) и нет условий для проведения хронометража, то для изучения затрат рабочего времени используют комбинированный метод, основанный на сочетании хронометража и ФРД. Такой метод называют фотохронометражем. Он наиболее часто используется в мелкосерийном и единичном производстве. Фотохронометраж заключается в том, что во время проведения ФРД в течение некоторого отрезка времени выполняют замеры по отдельным элементам оперативного времени.

Приборы для изучения затрат рабочего времени

Измерение затрат рабочего времени в процессе наблюдения проводят также с помощью различных приборов, устройств, установок. Все технические средства для исследования трудовых процессов можно классифицировать по способу записи (пишущие,печатающие и др.); по назначению (наблюдению за работой рабочего, оборудования, процесса).

Наибольшее распространение получили приборы: стрелочно-часовые (секундомеры, часы, хронометры), осциллографы, хронографы и многосчетчиковые (многоциферблатные).

По мере совершенствования техники и технологии производства наблюдения за трудовыми процессами становятся все более трудоемкими (возрастают требования к точности результата, что связано с увеличением числа наблюдений, элементы становятся малой продолжительности и т. д.). Это требует автоматизации процесса наблюдения.

Применение автоматически регистрирующих приборов, аппаратов дистанционного наблюдения (промышленно-телевизионные установки) и электронно-вычислительных систем не только снижает трудоемкость наблюдения, но и изменяет характер труда наблюдателя, делает его более творческим.

Эффективным техническим средством для наблюдения является кинокамера, с помощью которой получают данные о трудовых процессах в наиболее наглядной форме. Эти данные можно многократно просмотреть, изучить, воспроизвести в замедленном темпе те элементы, которые не воспринимает глаз человека. Зная путь и скорость прохождения кадра, можно определить продолжительность выполнения элемента, зафиксированного на данном кадре.

Применение ЭВМ на предприятиях открыло широкие возможности для создания автоматизированных систем, в которых осуществляются регистрация времени специально установленными приборами на рабочих местах и передача информации для обработки на ЭВМ. Эти системы (УПИ) используют для регистрации простоев оборудования, потерь рабочего времени.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Приведите основные методы исследования трудовых процессов и определите их сущность.
2. Укажите разновидности ФРВ и основные особенности их применения на предприятии.
3. Как определить, на сколько возможно повысить производительность труда, если устранить потери рабочего времени, отмеченные в ФРД. Приведите пример.
4. От чего зависит число наблюдений, которое должен провести наблюдатель при изучении труда рабочего?
5. Что понимается под хронометражем, в чем его назначение?
6. Какие бывают приборы для измерения времени и в чем преимущества автоматизации процесса наблюдения?

§ 4. МЕТОДЫ НОРМИРОВАНИЯ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Для установления норм труда техническое нормирование располагает методами и способами нормирования, каждый из которых имеет свои особенности и область применения.

Метод нормирования труда — это та расчетная и методическая основа, с помощью которой разрабатываются способы установления норм. Способ установления норм

показывает, на основе каких данных и каким путем определяется ее величина [8]. Чтобы правильно выбрать тот или иной метод и способ нормирования, необходимо четко знать признаки, их определяющие, т. е. их классификацию и требования, которые предъявляются к нормированию в конкретных условиях производства (тип производства).

В основе технического нормирования лежит глубокое всестороннее техническое, экономическое и физиологическое обоснование устанавливаемой нормы времени, поэтому определяющим признаком для классификации методов нормирования является степень обоснованности норм затрат рабочего времени.

Согласно этому определяющему признаку различают два метода нормирования труда: аналитический и опытно-статистический [28]. На основании этих методов разрабатывают различные способы установления норм труда, которые можно классифицировать по следующим признакам:

по характеру процесса нормирования: способ исследования трудовых процессов; способ расчета по нормативам (формулам, номограммам и т. п.); способ сравнения с аналогом (типовым представителем);

по степени расчленения операции (или процесса) на составляющие элементы: дифференцированный способ; укрупненный способ; суммарный способ.

Классификация исключает отнесение, например, способа сравнения только к опытно-статистическому методу нормирования, как это часто встречается в литературе, ибо в основе установления норм времени по нормативам типовых или единых норм также лежит способ сравнения. Иногда укрупненный или суммарный способ нормирования относят к самостоятельному методу наряду с аналитическим и опытно-статистическим методами, что не только противоречит приведенному выше понятию метода, но и не обеспечивает единства признака, которое необходимо для любой классификации. Укрупненным или суммарным способом можно устанавливать норму как по нормативам (аналитический метод), так и по статистическим данным на аналогичные работы (опытно-статистический метод). Этот способ отражает степень расчленения технологического процесса на элементы для нормирования, указывает способ установления нормы времени и не характеризует степень ее обоснованности.

Аналитический метод нормирования

Методологической основой аналитического метода нормирования является всесторонний комплексный анализ производственного процесса, расчленение его на составляющие элементы с целью учета всех производственных возможностей и передовых методов труда, способствующих достижению эффективности и качества результатов труда.

Аналитический метод, в основе которого лежат непосредственное изучение трудового процесса и исследование его по составляющим элементам, называют аналитически-исследовательским методом. Аналитический метод, в основе которого лежат расчеты нормы времени по нормативам, формулам и т. п., называют аналитически-расчетным методом.

Аналитический метод нормирования позволяет устанавливать технически обоснованные нормы времени. Способ его применения зависит от типа производства. Например, в единичном и мелкосерийном производстве экономически нецелесообразно определять нормы времени на основе дифференцированных нормативов, требующих наличия подробных технологических и операционных карт, детальной технологической подготовки производства и т. д. В этих условиях применяют укрупненный способ нормирования по укрупненным нормативам, используют способ сравнения с типовой нормой времени (аналогом), которая рассчитана аналитическим методом. В массовом и крупносерийном производстве при высоком уровне специализации рабочих мест и дифференциации технологического процесса используют аналитически-расчетный или аналитически-исследовательский метод. *Аналитически-расчетный метод* для определения нормы времени предусматривает выполнение расчетов по соответствующим нормативам. Если в основе расчета лежит дифференцированный способ определения затрат времени по каждому отдельному движению или действию (микроэлементы трудового процесса) рабочего, то такой аналитический метод называют микроэлементным.

Отечественная система микроэлементного нормирования была разработана проф. В. М. Иоффе. В ее основу были положены два основных микроэлемента: взять и переместить. В США применяют систему МТМ-1 (система измерения времени с учетом способов работы), по которой

все виды ручной работы подразделяются на 21 различное микродвижение. При этом длительность отдельных движений выражается специальными единицами измерения ТМЮ (одна ТМЮ равна 0,036 с). В настоящее время имеется множество систем микроэлементных нормативов (МТМ-1, МТН-2, МОДАПТС и др.), обеспечивающих некоторое упрощение микроэлементного нормирования. Так, например, если в системе МТМ 460 разновидностей нормативов, то уже в системе МОДАПС их только 8. Пример применения этого метода см. в книге [28].

Микроэлементное нормирование в нашей стране в основном применяется в условиях массового производства при установлении норм времени на вновь проектируемые технологические операции, когда нельзя провести необходимые исследования. При использовании специальных приборов микроэлементное нормирование применяется при исследовании передовых методов труда. Нормирование по микроэлементам имеет ряд недостатков: сложность и трудоемкость применения, упрощенное механическое представление о трудовом процессе, слабая связь с психологией и физиологией труда, недостаточная обоснованность абсолютных величин продолжительности выполнения отдельных движений (микроэлементов) в нормативах.

Стремление к упрощению аналитически-расчетного метода нормирования привело к применению способов расчета норм времени на основе укрупненных нормативов, использование которых позволяет значительно уменьшить затраты труда нормировщика на установление норм времени, так как часть расчетов (выбор режимов оборудования, расчет основного или вспомогательного времени и др.) выполнена при разработке нормативов для определенных условий производства. В этом случае норму времени на операцию определяют простым суммированием, например, основного и вспомогательного времени по каждому укрупненному комплексу приемов работы.

Применительно к мелкосерийному и единичному производству укрупненные нормативы позволяют сразу устанавливать неполное штучное время на отдельные укрупненные комплексы приемов работ, в связи с чем расчет нормы времени сводится лишь к суммированию и корректировке с помощью поправочных коэффициентов всех комплексов приемов, входящих в операцию, т. е. по существу, применяется суммарный способ нормирования.

В основе *аналитически-исследовательского метода* нормирования лежит установление норм времени путем наблюдений и непосредственного измерения затрат рабочего времени с помощью фотографии рабочего времени и хронометража. Если при установлении нормы времени аналитически-расчетным методом высокопроизводительные условия труда предусмотрены нормативами, то аналитически-исследовательский метод требует создания на рабочем месте высокопроизводительных условий труда, устранения предварительно всех недостатков в действующей на момент исследования организации труда и внедрения НОТ.

Порядок применения аналитически-исследовательского метода сводится к следующему.

1. На основе исследования действующего технологического процесса проектируется рациональная технологическая структура операции, выбирается оптимальный режим работы оборудования и осуществляются все необходимые организационно-технические мероприятия, обеспечивающие высокопроизводительную работу рабочего.

2. Проводятся наблюдения и замеры затрат рабочего времени.

3. По результатам наблюдения устанавливаются наиболее рациональное содержание трудового процесса, порядок обслуживания рабочего места и норма времени.

4. Проводится инструктаж рабочего по освоению установленной нормы времени (нормы выработки).

Аналитически-исследовательский метод нормирования наиболее часто применяется на новых видах работ, на которые еще не разработаны специальные нормативы времени.

Наибольшее упрощение и ускорение процесса нормирования аналитическим методом достигается *сравнением* выполняемой операции с аналогичной операцией для типового представителя (аналога), имеющего рассчитанную аналитическим методом норму времени. В качестве аналога принимается обычно деталь (изделие или единица работы), однородная по конструктивно-технологическим и другим признакам с деталью (изделием или единицей работы), операция обработки которой нормируется.

Применение способа сравнения для определения норм времени требует наличия классификатора аналогов с указанием их основных признаков сравнения и установленных типовых норм времени на операции технологического

процесса для каждого аналога. Нормирование способом сравнения проводят в следующем порядке.

1. Выбирают аналог путем сопоставления значения (характера) каждого признака (размер, масса, сложность, способ изготовления и т. д.) аналога с фактическими признаками нормируемой детали (изделия, работы). В случае полного совпадения признаков выбирается один аналог. Если признаки не совпадают, то выбирают два аналога: один с меньшим значением признака, чем фактическое значение, а другой — с бо́льшим.

2. Устанавливают норму времени. При одном аналоге в качестве расчетной нормы времени принимают по типовым нормам норму времени аналога. При двух аналогах путем интерполяции находят промежуточную норму времени, которую принимают в качестве расчетной.

Опытно-статистический метод нормирования

В отличие от аналитического метода нормирования опытно-статистический метод не требует анализа производственных возможностей, так как исходит из субъективного (личного) опыта нормировщика (технолога), а также статистических отчетных данных о фактических затратах времени на аналогичные работы в прошлом. Установленные этим методом нормы времени называются опытно-статистическими.

Характер процесса нормирования опытно-статистическим методом предполагает использование способа сравнения для установления норм времени. В этом случае базой для применения служат установленные нормы времени на ранее выполняемые аналогичные работы, которые отражают устаревшие производственные условия.

Опытно-статистические нормы времени не только ориентируют на сложившиеся организационно-технические условия труда, но и содержат все имеющиеся в прошлом недостатки организации труда и производства. Такие нормы не способствуют росту производительности труда и должны заменяться технически обоснованными нормами времени. Решение этой задачи во многом зависит от состояния разработки и применения на предприятиях нормативов для технического нормирования труда.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие существуют основные методы и способы нормирования труда и по каким признакам они классифицируются?

2. Какие основные способы нормирования наиболее рациональны в условиях массового производства?

3. Охарактеризуйте сущность аналитического метода нормирования и его отличие от опытно-статистического метода.

4. В чем сущность микроэлементного нормирования?

5. В чем состоит особенность установления норм времени способом сравнения по типовым нормативам?

6. Охарактеризуйте опытно-статистический метод нормирования и его недостатки.

§ 5. НОРМАТИВЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО НОРМИРОВАНИЯ

Нормативы по труду — это руководящие, справочные материалы, содержащие исходные данные и регламентированные значения величин для установления норм труда применительно к определенным организационно-техническим условиям производства. При изменении этих условий нормативы необходимо пересматривать, уточнять, чем достигается постоянный их прогрессивный уровень. Поэтому обязательными для применения в настоящее время являются общемашиностроительные (межотраслевые) нормативы и наиболее прогрессивные нормативы, разработанные в отраслях, заводские нормативы по труду (местные).

Нормативы по труду должны отвечать приведенным ниже требованиям.

1. Нормативы по труду должны соответствовать достигнутому уровню техники, технологии и организации производства, отражать передовой производственный опыт и требования НОТ.

2. Точность нормативов по труду и полнота факторов, влияющих на продолжительность выполнения работы, должны быть дифференцированными с учетом типа производства.

3. Нормативы должны быть удобны для пользования при расчетах на ЭВМ, т. е. облегчать труд нормировщика (технолога) и способствовать достижению высокого качества нормирования труда.

В зависимости от назначения нормативы могут быть составлены в виде таблиц, графиков, номограмм, с включением эмпирических и расчетных формул.

По содержанию нормативы подразделяются на пять видов:

1) нормативы режимов работы оборудования, т. е. исходные данные для определения режима работы обору-

дования и расчета основного машинного времени (примеры их применения см. в гл. II);

2) нормативы времени, т. е. расчетные значения продолжительности выполнения отдельных элементов операции, работ по обслуживанию рабочего места и др. (подробнее об этом см. в гл. II—IV);

3) нормативы обслуживания, т. е. регламентированные значения величин затрат труда вспомогательных рабочих (наладчиков, ремонтников и т. п.); они содержат расчетные нормативные значения для нормирования работ по обслуживанию производства, рассчитанные на единицу производственного оборудования, квадратный метр производственной площади и т. д.

4) нормативы численности [1], т. е. регламентированная численность служащих, необходимая для выполнения определенного объема работы;

5) нормативы управляемости, т. е. регламентированная численность работников, находящихся в непосредственном подчинении у руководителя; разновидностью нормативов управляемости являются нормативы соотношения, которые позволяют установить норму соотношения. Нормативы по труду разрабатываются на основе экспериментального исследования трудовых процессов и изучения затрат рабочего времени в конкретных условиях производства.

Все отклонения от принятых в нормативах типовых условий производства при установлении нормы времени учитываются через систему поправочных коэффициентов (примеры применения нормативов см. в гл. II—IV).

Рассмотрим порядок разработки нормативов времени на простейшем примере. Пусть требуется составить нормативную таблицу на элемент работы, связанный с установкой детали на плоскость при сборке машины.

Анализ условий производства показал, что масса деталей находится в пределах $Q_{min} = 0{,}5$ кг и $Q_{max} = 5$ кг. Наибольший габаритный размер детали 700 мм, способ установки — вручную, без совмещения. Строим макет таблицы по одному влияющему фактору и определяем, сколько наблюдений необходимо провести.

---

[1] Разновидностью нормативов численности являются типовые штаты [27].

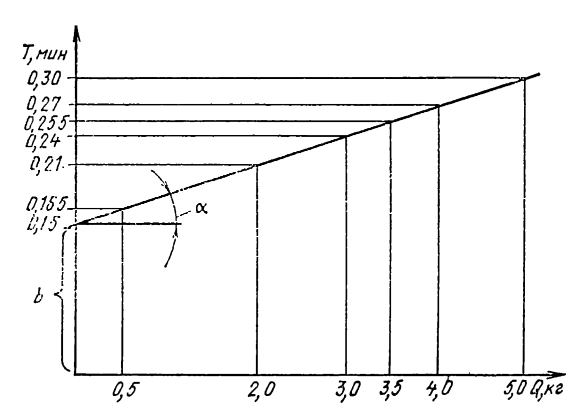


Рис. 4. Зависимость времени выполнения элемента работы (установки деталей) T от массы детали Q

Число необходимых наблюдений (замеров) определяем по формуле

$$n = \sqrt{Q_{max}/Q_{min}} + 3.$$

В нашем примере $n = \sqrt{5/0,5} + 3 \approx 6$ замеров. Выбираем метод наблюдения (выборочный хронометраж) и проводим наблюдение и обработку хронометража. Получаем хроноряд для детали массой 0,5 кг:

Замер	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	Средний
Время, мин	0,16	0,17	0,165	0,162	0,167	0,166	0,165

Для каждой массы детали проводим аналогичные наблюдения и находим среднюю продолжительность выполнения данного элемента работы. Чтобы определить нормативную зависимость (между массой Q и временем T), имеются два основных метода: графоаналитический и метод наименьших квадратов. Рассмотрим применение графоаналитического метода, который сводится к построению графика, приведенного на рис. 4.

На линии ординат в масштабе откладывается время (результат хронометража), а по линии абсцисс — масса детали (влияющий фактор). По расположению точек пересечения можно судить о характере зависимости. Расположение точек на графике рис. 4 указывает на линейную зависимость, поэтому для построения нормативной линии достаточно соединить две точки. Тангенс угла α наклона нормативной линии к оси абсцисс определяет угловой коэффициент a.

В общем виде уравнение прямой линии записывается следующим образом:

$$y = ax + b,$$

где x — переменная величина фактора; b — отрезок, отсекаемый нормативной линией на оси ординат.

Применительно к рассматриваемому примеру эта формула примет следующий вид:

$$T = aQ + b.$$

Если в формулу поставить числовые значения из графика, то получим формулу для расчета нормативной продолжительности в определенных ограниченных (конкретных) условиях. Такая формула называется аналитической, потому что она исходит из аналитического метода нормирования труда, отражает эмпирическую зависимость переменных величин и служит основой для разработки алгоритма при нормировании труда на ЭВМ, позволяет разработать систему нормативных материалов на единой расчетной базе:

$$T = 0{,}03Q + 0{,}15.$$

Угловой коэффициент $a = 0{,}03$ получен следующим расчетом: $a = \mathrm{tg}\,\alpha = (0{,}3 - 0{,}15)/5 = 0{,}03$.

Нормативные зависимости для двух и более влияющих факторов определяют последовательно для каждого фактора. Общую зависимость находят математическим путем. Этот процесс очень трудоемкий, поэтому в настоящее время для разработки нормативов по труду используют вычислительную технику и ЭВМ.

Макет нормативной таблицы может быть заполнен либо на основе расчета по эмпирической формуле, либо путем непосредственного измерения по графику. Определим интервал измерения. В случае линейной зависимости интервал измерений будет

$$h = (Q_{max} - Q_{min})/(n - 1).$$

По данным рассматриваемого примера интервал измерения $h = (5-0{,}5)/(6-1) = 0{,}9$.

Зная интервал измерения, определяем расчетные и принятые в таблице нормативов значения факторов:

$Q_1 = 0{,}5$ кг	0,5 кг
$Q_2 = 0{,}5 + 0{,}9 = 1{,}4$ кг	До 2 кг
$Q_3 = 0{,}5 + 2 \times 0{,}9 = 2{,}3$ кг	До 3 кг
$Q_4 = 0{,}5 + 3 \times 0{,}9 = 3{,}2$ кг	До 3,5 кг
$Q_5 = 0{,}5 + 4 \times 0{,}9 = 4{,}1$ кг	До 4,0 кг
$Q_6 = 0{,}5 + 5 \times 0{,}9 = 5$ кг	5 кг

Таблица 3

Макет нормативной таблицы

Способ установки	Габарит детали, мм	Масса детали, кг, до					
		0,5	2	3	3,5	4	5
Простым наложением на плоскость	700	0,165	0,210	0,240	0,255	0,27	0,30

Измеряя время по нормативной линии для каждого значения фактора, получаем нормативную продолжительность выполнения работы и заносим эту величину в макет нормативной таблицы (табл. 3). В общемашиностроительных нормативах (в картах или приложениях) к каждой такой таблице приводятся соответственно аналитические формулы. Это позволяет использовать нормативы времени для разработки математического алгоритма и программы расчета норм времени с использованием электронно-вычислительной техники (компьютера) и формировать пакеты прикладных программ автоматизированной системы нормирования труда (пример применения см. в приложении 2). Однако при использовании для нормирования аналитических формул необходимо помнить, что они разработаны для конкретных условий производства и носят эмпирический характер, поэтому полученный результат по такой формуле нуждается в корректировке, т. е. в применении поправочных коэффициентов с учетом фактических условий труда.

Нормативы для нормирования труда специалистов в основном носят укрупненный характер (типовые нормы, штаты). В общем виде порядок применения нормативов для нормирования труда специалистов сводится к следующему (подробнее об этом см. в справочнике [28]).

1. На основе комплексного анализа труда работника выявляются единица измерения объема работы и объект нормирования (или перечень выполняемых функций).

2. По нормативам (по карте или аналитической формуле) определяется нормированная продолжительность выполнения единицы объема работы (норма обслуживания, норма численности).

3. Проводится корректировка нормативных величин в зависимости от фактических условий труда.

4. Для руководящих работников в соответствии с требованием НОТ устанавливаются нормы управляемости (нормы соотношения) согласно типовым штатам.

Применение нормативов по труду позволяет ликвидировать множественность способов расчета и разнобой в самих нормах. Они способствуют внедрению прогрессивных методов труда. В условиях функционирования на предприятиях автоматизированной системы управления (АСУП) нормативы позволяют создать общий массив (банк данных) для решения задач нормирования труда. Нормативы способствуют совершенствованию производственных условий предприятия до уровня передовых.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что такое нормативы для нормирования труда?
2. Какие виды нормативов применяются на предприятии для нормирования труда?
3. Назовите основные этапы разработки нормативов.
4. Выведите эмпирическую формулу, если габарит детали 500 мм, а масса детали 0,3—3 кг (остальные условия указаны в примере на с. 73—74).
5. Каковы роль и значение нормативов на предприятии?

§ 6. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ПО НОРМИРОВАНИЮ ТРУДА НА ПРЕДПРИЯТИИ

Организация работы по нормированию труда на предприятиях регламентируется Основами законодательства о труде Союза ССР и Союзных республик, Законом СССР о государственном предприятии (объединении), Положением о нормировании труда в народном хозяйстве, нормативными актами Госкомтруда СССР и ВЦСПС. Контроль со стороны государства за мерой труда и мерой потребления предполагает на уровне народного хозяйства централизованное управление нормированием труда со стороны Госкомтруда СССР, а на уровне отрасли всеми работами по нормированию труда руководит Управление организации труда и заработной платы министерства, которое решает все задачи по нормированию труда в тесном контакте с ЦК отраслевого профсоюза.

Вся научно-исследовательская работа по нормированию труда, обобщению и распространению передового опыта в этой области осуществляется под руководством НИИтруда, ВНМЦентре и ЦБНТ, которые подчиняются

Госкомтруду СССР. Организация работы по нормированию труда на предприятии осуществляется совместно с профсоюзным комитетом при широком участии трудовых коллективов. Организационная структура функциональных служб предприятия, занимающихся вопросами нормирования труда, находится в прямой зависимости от объема выпуска предприятия и состояния всей системы организации предприятия и управления им, поскольку она является одной из составных частей (функций) управления производством (см. с. 12). Как всякая функция управления нормирование труда должно иметь свое средство (рычаг) управления и аппарат (службы), выполняющий эту функцию. Таким средством управления являются нормы труда, а аппаратом — структурные подразделения предприятия, имеющие свои кадры, методическую, нормативную и технические базы, выполняющие свою функцию во взаимосвязи с другими функциональными службами предприятия (технологическим отделом, плановым отделом и др.).

К оценке состояния нормирования труда на предприятии необходимо подходить на основе комплексного анализа. Для этого должен проводиться анализ:

1) по степени прогрессивности норм и их применяемости (структура действующих норм, их выполнение, обоснованность и т. д.);

2) по состоянию аппарата работников по труду, его соответствию требованиям функционального управления (квалификационный состав, численность и т. д.), состоянию методической и нормативной базы;

3) по конечному результату работы: степени выполнения плана по снижению трудоемкости продукции, росту производительности труда и его опережению относительно роста фонда заработной платы, достижению экономии трудовых ресурсов в условиях хозрасчета, улучшению социальных показателей, зависящих от норм труда (степень повышения профессионального мастерства рабочих, рост творческой активности во внедрении прогрессивных норм выработки и др.).

В машиностроении действуют централизованная, децентрализованная и смешанная системы организации нормирования труда на предприятии. Структура служб организации и нормирования труда, их количество, функции и численный состав работников по труду определяются той группой, к которой относится то или иное предприя-

тие, и уровнем автоматизации управления производством, при котором установление нормы труда выполняется в едином цикле с проектированием технологической подготовки производства с применением ЭВМ.

Например, ЭВМ в диалоге с конструктором вычерчивает на дисплее деталь, по другой команде ЭВМ формирует технологический процесс ее изготовления (управляющая программа), т. е. указывает оборудование, оптимальные режимы резания, инструмент, перечень операций и делает расчет нормы времени для каждой операции. Имеющаяся в памяти ЭВМ технологическая карта и управляющая программа в нужный момент могут быть подключены к станку с ЧПУ, и далее изготовление детали производится автоматически под контролем рабочего.

Автоматизация нормирования труда, создание пакета прикладных программ (ППП) означает переход к перераспределению функций работников по труду. В этой связи аппарат по нормированию труда на предприятии, как правило, не имеет единой структуры. На мелких предприятиях (I—II группы по структуре) вся работа по нормированию труда обычно централизована и сосредоточена в ОТиЗ. Этот отдел является самостоятельным структурным подразделением и подчинен руководителю предприятия или его заместителю по экономическим вопросам. В ряде отраслей, когда отсутствует детализация технологической документации или действует автоматизированная система проектирования технической подготовки, нормирование труда сосредоточено в отделе главного технолога (ОГТ), тогда нормирование труда выступает в единстве с проектированием технологического процесса.

Нормы труда на производство новой продукции разрабатываются одновременно с технологическими процессами и запроектированными организационно-техническими условиями. На их основе устанавливается проектная трудоемкость [27].

Децентрализованная система организации нормирования труда характерна для крупных предприятий (IV—VI группы по структуре), где объемы выпуска предприятия требуют функционального разделения труда по основным направлениям работы и создания специальных отделов и служб (выделяются служба НОТ, нормативно-исследовательский отдел по труду и др.), создания специальных

бюро в цехах (БОТиЗ), работающих под управлением ОТиЗ.

При смешанной системе организации работы по нормированию труда часть работы выполняется централизованно (установление проектных норм времени и т. д.), а остальные — децентрализованно (аттестации норм труда, их пересмотр и др.). Такая система способствует лучшей загрузке работников по труду, обеспечивает оперативность в работе при большом количестве действующих на предприятии норм, позволяет более рационально выполнять функцию управления производством в условиях АСУП.

Чтобы правильно организовать работу по нормированию труда, необходимо знать ее содержание и объем. Все работы, выполняемые работниками по нормированию труда, можно подразделить на оперативные и исследовательские. К оперативной работе относятся работы: расчетные — по выполнению всех видов расчетов по установлению норм труда и их пересмотру; отчетные — по составлению всех видов отчетов по планируемым и расчетным показателям и т. д.; учетные — по составлению сводных ведомостей, внесению различных изменений в сводки и т. д.; различные дополнительные виды работ, к которым относят выписку всевозможных доплат и их оформление, участие в выявлении резервов повышения производительности труда и аттестации рабочих мест и др. К исследовательским работам относят работы, связанные с изучением трудовых процессов, анализом выполнения норм, разработкой нормативов, проектированием рациональных трудовых методов и приемов работы и т. д.

По мере перехода к более высокому уровню организации работы трудоемкость расчетных и учетных работ снижается за счет их механизации и автоматизации; широкого использования для расчетов укрупненных способов нормирования по нормативам; активного участия самих рабочих, бригадиров и мастеров в освоении прогрессивных технически обоснованных норм времени.

Снижение трудоемкости оперативной работы по расчету норм открывает для нормировщика широкие возможности выполнения организационной работы, т. е. выполнения функций организатора труда. Важное место в организации работы по нормированию труда отводится работе нормировщика в цехе, имеющего непосредственный контакт с рабочими и теми цеховыми службами, кото-

рые обеспечивают условия выполнения установленных норм труда.

Нормировщик является проводником прогрессивных форм и методов организации труда. Он должен детально представлять содержание нормируемой операции, последовательность и порядок выполнения ее элементов, технологические возможности оборудования, органы управления станком, организацию рабочего места и его обслуживание, так как техническая норма времени на операцию реальна только при соблюдении заложенных в нее прогрессивных условий трудового процесса.

В цехе нормировщик осуществляет следующую работу:

устанавливает новые нормы труда при децентрализованной системе их разработки, согласовывает и проверяет их выполнение;

проводит инструктаж рабочего по освоению технически обоснованных норм времени, внедрению передовых методов труда;

проводит аттестацию норм (участвует в комиссии по аттестации рабочих мест);

составляет отчетность цеха по трудоемкости, производительности труда и заработной плате;

выписывает и оформляет все виды доплат на отклонения от нормальных условий труда рабочего;

проводит в установленном порядке пересмотр устаревших и ошибочных норм времени (норм выработки);

принимает участие в исследовании и проектировании рациональных трудовых процессов, их программировании для оборудования с ЧПУ;

участвует в проведении анализа прогрессивности применяемых нормативов;

участвует в подведении итогов социалистического соревнования в цехе и бригадах.

Этот перечень выполняемых работ будет изменяться по мере развития техники и технологии производства, совершенствования системы организации нормирования труда. Однако поддержание прогрессивного уровня действующих норм труда, их своевременный пересмотр всегда останутся одной из важнейших работ нормировщика, ибо она является обязательной для каждого предприятия в соответствии с Законом СССР о государственном предприятии (объединении).

Согласно этому Закону [7] нормы подлежат обязательной замене новыми по мере внедрения в производство

организационно-технических и хозяйственных мероприятий, обеспечивающих рост производительности труда, независимо от того, предусматривалось это мероприятие календарным планом замены и пересмотра норм или нет. Проверка норм труда требует их анализа и аттестации. Аттестованными признаются технически обоснованные нормы, соответствующие достигнутому уровню техники и технологии, организации производства и труда [27]. Как правило, аттестация норм осуществляется одновременно с аттестацией рабочих мест. Пересмотру подлежат все устаревшие и ошибочные нормы, выявленные в процессе их анализа и аттестации.

Устаревшими считаются нормы, действующие на работах, трудоемкость которых уменьшилась за счет улучшения организационно-технических условий производства и совершенствования навыков и профессионального мастерства рабочих. Ошибочные нормы — это те, при установлении которых были неправильно применены нормативы или допущены неточности при проведении расчетов. Они пересматриваются по мере выявления ошибок по согласованию с профсоюзным комитетом. В период между аттестациями нормы могут заменяться только при изменении организационно-технических условий. Однако если рабочий или бригада по собственной инициативе применили новые приемы труда и увеличили выработку, то администрация не может решить вопрос о пересмотре, так как в этом случае замена норм времени (выработки) может производиться только по инициативе рабочего или бригады, за что они поощряются в установленном порядке [27]: рабочим — инициаторам пересмотра норм или работающим по технически обоснованным нормам выплачивается материальное вознаграждение.

Проведение пересмотра норм или введение новых норм выработки требует тщательной подготовки и планирования. На каждом предприятии одновременно с разработкой годового плана производства составляется «Календарный план замены и пересмотра норм труда», проект которого предварительно выносится на обсуждение коллектива каждого цеха и с учетом замечаний и согласования их с профсоюзным комитетом, утверждается администрацией предприятия. Заключительным этапом работы по пересмотру норм выработки является составление отчета о выполнении плановых показателей по снижению трудоемкости продукции, росту производительности труда,

количеству применяемых технически обоснованных норм, и их выполнению.

Успех организации работы по нормированию труда на предприятии во многом зависит от состояния нормативной базы, действующей системы учета затрат труда. Хорошо налаженное ведение нормативного хозяйства способствует устранению дублирования отдельных документов и норм, позволяет исключить лишние формы документов и в значительной мере упростить нормировочную работу.

Основным направлением развития нормативного хозяйства по труду является создание постоянных массивов (банка) данных или картотек для применения электронно-вычислительной техники в нормировании труда. Организация нормирования труда с помощью ЭВМ требует последовательного выполнения работ (см. приложение 2):

1) четко сформулировать задачу нормирования, указать ее численный метод решения;

2) разработать алгоритм решения задачи, т. е. составить точное (с помощью математики) описание вычислительного процесса и распределить «память» машины по отдельным ее устройствам;

3) в соответствии со способом решения задачи собрать исходные данные для расчета;

4) произвести программирование задачи, т. е. расписать команды машине для выполнения автоматического решения задачи;

5) составить исходный массив перфокарт (записей на магнитной ленте) для ввода информации в машину; если на предприятии имеется автоматизированная система управления и нормативное хозяйство ведется на машиноносителях, то эффект применения ЭВМ в нормировании значительный;

6) автоматически решить поставленную задачу (определить норму затрат труда, рост производительности труда и др.);

7) оформить полученные результаты для их практического использования, т. е. составить карты, таблицы нормативов, ведомости и др.

Применение ЭВМ создает условия для перехода к более высокому уровню организации нормировочной работы на предприятии, который характеризуется следующими особенностями: появлением новой функции в нормировании труда, связанной с математическим описанием трудо-

вого процесса и разработкой алгоритмов для решения задач по нормированию труда; централизацией расчетных и учетных работ на основе создания единого на предприятии нормативного хозяйства; повышением квалификации работников по нормированию труда и дальнейшим развитием кооперации и разделения труда работников, занимающихся технологией, организацией производства и нормированием труда.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. От чего зависит структура аппарата ОТиЗ на предприятии и какие имеют место системы организации работы по нормированию труда?
2. Какие виды работ выполняют работники по нормированию труда?
3. Какую работу осуществляет нормировщик в цехе?
4. Что такое пересмотр норм выработки?
5. Укажите пути совершенствования организации работы по нормированию труда на предприятии.

ГЛАВА II. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Основная часть работ в машиностроении выполняется на металлорежущих станках. Внедрение прогрессивной технологии в производство заготовок (порошковая металлургия, профильный прокат, точное литье и штамповка) позволяет существенно сократить объем станочных работ, однако они и сейчас еще имеют большой удельный вес и, безусловно, будут широко применяться в ближайшем будущем. Большая дифференциация технологического процесса на станочных работах и широкое внедрение новейшего оборудования (станков с ЧПУ, роботизированных комплексов, технологических центров и т. п. вплоть до полной автоматизации технологического процесса) требуют особо высокой точности определения затрат времени как на отдельные элементы операции, так и на операцию в целом.

Методические основы нормирования труда едины и, по существу, почти не зависят от вида изготовляемой продукции. Поэтому первоначальное и более подробное изучение нормирования работ, выполняемых на металлорежущих станках, создает базу для изучения нормирования других видов работ, что является вполне целесообразным.

Нормирование станочной операции почти во всех случаях начинается с определения оптимального режима резания и расчета основного (машинного) времени.

§ 7. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСНОВНОГО (МАШИННОГО) ВРЕМЕНИ НА СТАНОЧНУЮ ОПЕРАЦИЮ

Расчет основного машинного времени выполняется по принятому режиму резания с учетом применяемого оборудования и инструмента по формуле механики: Время = Путь/Скорость. Непосредственное приме-

нение этой формулы для расчета машинного времени предполагает знание кинематики применяемого оборудования.

В автоматизированных процессах время на вспомогательные элементы операции, по существу, также время машинное с тем лишь различием, что это время определяется на стадии проектирования станка, технологического процесса или дополнительного оборудования (например, робота). Таким образом, при нормировании работ в автоматизированном производстве работы конструктора, технолога и нормировщика находятся в непрерывной динамической связи.

При определении режимов резания необходимо учитывать, что наряду с высокой производительностью должно быть обеспечено высокое качество, соблюдение этого требования во многих случаях вызывает необходимость экспериментальной проверки запроектированного режима работы.

Металлорежущие станки весьма разнообразны, однако для целей технического нормирования допустимо разделить их на две группы: 1) станки с вращательным движением резания и 2) станки с возвратно-поступательным движением резания.

Для первой группы станков необходимо знать следующие зависимости процесса резания: скорость резания, м/мин, $v = \pi D n/1000$, откуда частота вращения, мин$^{-1}$ (об/мин) $n = 1000\ v/\pi D$, где D — наибольший диаметр, на котором совершается процесс резания, мм.

Для второй группы станков следует учитывать, что рабочий ход станка чередуется с вспомогательным (обратным) ходом, причем в зависимости от конструкции механизма станка, преобразующего вращательное движение в возвратно-поступательное, скорости рабочего и вспомогательного ходов могут быть не равны. Обозначим m отношение скорости рабочего хода $v_{р.х}$ к скорости вспомогательного хода, тогда число двойных ходов в минуту

$$n = 1000\, v_{р.\,х}/[L\ (1 + m)],$$

где L — величина перемещения инструмента или детали в направлении движения резания за один ход, мм.

Для совершения процесса резания необходимо также движение подачи, т. е. подвод к режущей кромке инструмента новых слоев обрабатываемого материала. Подача может иметь различные размерности:

а) подача в мм/об или мм/дв. ход s;

б) подача на зуб в мм/зуб $s_z = s/z$, где z — число режущих элементов (зубьев) инструмента;

в) подача минутная в мм/мин (скорость подачи) $s_м = s_z z n$.

Рассмотрим формулу для расчета основного (машинного) времени, мин, в общем виде, т. е. пригодную для большинства станков:

$$T_о = [L/(ns)]\,(h/t) = [(l + l_1 + l_2)/(ns)]\,i,$$

где h — припуск на обработку (для данного перехода), мм; t — глубина резания, мм, т. е. толщина слоя материала, срезаемого за один проход; l — размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи; для конкретной операции, при одноинструментной обработке l — величина постоянная, определяемая по чертежу детали; l_1 — врезание и перебег инструмента; в большинстве случаев l_1 сравнительно невелико, хотя бывают и исключения, например при малой величине l или большой величине t (зубофрезерование, чистовая обработка торцовой фрезой); l_2 — дополнительная длина на взятие пробной стружки; обычно $l_2 = 12 \ldots 15$ мм, при наладке станка, обеспечивающей получение требуемого размера, $l_2 = 0$; i — число проходов; наиболее целесообразно работать в один проход, т. е. когда $t = h$, что стараются выполнить путем выбора способа получения заготовки, обеспечивающего минимальный припуск на обработку (во всех случаях, когда это не будет оговорено особо, в расчетах принимается $i = 1$).

Из формулы для определения машинного времени видно, что L, т. е. полный путь инструмента или детали в направлении подачи для конкретного перехода — величина постоянная. Минимальная величина машинного времени достигается при оптимальном соотношении n и s, когда минутная подача, мм/мин, $s_м = sn$ будет максимальной. Увеличение подачи требует снижения скорости резания, т. е. уменьшения n, но в незначительной степени. Следовательно, с увеличением s произведение sn увеличивается.

Сформулируем основные критерии оптимального определения режима резания:

по возможности работать в один проход, т. е. при $t = h$;

работать с возможно большей подачей на оборот s, обеспечивая требуемые техническими условиями шероховатость обработанной поверхности и точность получаемых размеров и формы детали;

устанавливать оптимальную скорость резания после выбора глубины резания t и подачи s в зависимости от свойств обрабатываемого материала, свойств материала режущей части инструмента и его экономической стойкости, т. е. времени работы без переточки при установленной величине допустимого износа режущей кромки инструмента.

При корректировке расчетного режима резания по паспорту станка необходимо различать два случая.

I. Станок, на котором будет выполняться нормируемая операция, известен. В этом случае необходимо проверить возможность работы на расчетном режиме резания: по мощности станка с учетом его КПД, по величине действующих сил и по крутящему моменту, а также уточнить частоту вращения или число двойных ходов в минуту и величину подачи.

II. Если при расчете нормы имеется возможность выбора оборудования, то его следует подбирать по параметрам, указанным в первом случае, с учетом допустимых размеров детали, режущего инструмента и проектируемого приспособления.

Нормирование машинного времени проводится в следующем порядке.

1. Определение всех параметров режущего инструмента (типоразмера, материала режущей части, геометрических параметров и т. п.).

2. Последовательное определение элементов режима резания: глубины резания (числа проходов), максимально допустимой подачи, скорости резания (с учетом нормативной или требуемой стойкости режущего инструмента), а также жесткости системы станок — приспособление — инструмент — деталь.

3. Определение действующих (при установленных элементах режима резания) сил и моментов и сопоставление их с допустимыми силами и моментами по условиям обеспечения нормальной эксплуатации станка, требуемой точности размеров и допустимой шероховатости обработанной поверхности, а иногда и по жесткости и прочности инструмента и всей системы станок — приспособление — инструмент — деталь.

4. Проверка режима резания по потребной мощности в сопоставлении с эффективной мощностью станка, уточнение величины подачи и частоты вращения (числа двойных ходов).

5. Расчет основного (машинного) времени по формуле, соответствующей содержанию операции.

Применительно к различным видам оборудования расчет машинного времени приведен ниже.

§ 8. НОРМИРОВАНИЕ ТОКАРНЫХ РАБОТ

На токарных станках выполняют разнообразные операции по обработке деталей, поверхности которых являются телами вращения; обработку наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей; торцовых поверхностей (поперечное точение); обработку канавок, выточек, фасок и т. п.; нарезание резьбы резцом и гребенками; обработку тел вращения с криволинейными образующими с применением копирных устройств или фасонных резцов; обработку деталей с использованием гнезда задней бабки для установки инструмента (сверление, зенкерование, зенкование и развертывание); нарезание резьбы метчиками и плашками. К числу токарных работ относят также накатывание рифлений, хотя, по существу, это обработка давлением.

Рассмотрим нормирование токарных работ подробнее с тем, чтобы нормирование других работ рассматривать в сопоставлении с нормированием токарных работ. Для практических занятий по нормированию в конце книги в приложении 1 приведены извлечения из общемашиностроительных нормативов.

Исходными данными, оказывающими влияние на норму времени и фактические затраты рабочего времени на операцию, являются: 1) материал обрабатываемой детали, его основная характеристика, способ получения заготовки, т. е. состояние обрабатываемой поверхности; 2) размеры обрабатываемых поверхностей (с учетом допусков), размеры после обработки, требуемая точность и допустимая шероховатость обработанной поверхности; 3) масса обрабатываемой детали; 4) размер технологической партии; 5) применяемое оборудование (основные сведения из паспорта станка, если станок задан), предполагаемые режущий и измерительный инструменты; 6) предполагаемый способ установки и закрепления де-

тали, конструкция приспособления, способ базирования, обеспечения точности установки (с выверкой или без выверки), способ закрепления и открепления; для деталей, устанавливаемых с помощью специальных устройств, — основная характеристика этого устройства; 7) планировка рабочего места; 8) порядок обслуживания рабочего места: обеспечение заготовками, необходимой документацией, инструментами и приспособлениями; обеспечение наладки, подналадки и ремонта станка и т. п.

Все перечисленные данные в той или иной степени влияют на проектируемую структуру операции и затраты рабочего времени, особенно при использовании механизированных и автоматизированных видов оборудования (роботы, многоцелевые станки, технологические комплексы и т. п.).

Расчет нормы времени осуществляется в следующем порядке.

1. *Нормирование основного (машинного) времени.* Определение основных параметров режущего инструмента (если они не заданы); определение по нормативам режимов резания; глубины резания (числа проходов), подачи, скорости резания, действующих сил резания и потребной мощности; выбор оборудования (если оно не задано), корректировка нормативного режима резания по динамическим и кинематическим данным станка; расчет основного (машинного) времени (подробнее об этом см. в § 7).

2. *Нормирование вспомогательного времени.* Вспомогательное время нормируют по следующим элементам или комплексам приемов: время на установку и снятие детали; время, связанное с переходом (комплекс приемов); время на приемы, не вошедшие в комплекс; время на измерения (контроль окончательных размеров). Все эти данные необходимы и при разработке программы для станков с ЧПУ.

Нормативы вспомогательного времени на установку и снятие детали в общемашиностроительных нормативах [13] охватывают типовые способы установки, выверки и крепления детали независимо от вида станков. В этот комплекс включено также время на пуск и остановку станка. Дополнительным приемом является установка деталей свыше одной (при работе на многоместных приспособлениях). В комплекс включено также время на очистку приспособления от стружки. Основными учитываемыми нормативами факторами являются: 1) масса

и габаритные размеры детали; 2) устройство, применяемое как для установки, так и для закрепления детали; 3) состояние установочной поверхности (базы) и потребность в выверке точности установки.

В других общемашиностроительных нормативах [25] нормы на установку и снятие детали имеют иное содержание. В частности учитывают тип и основные параметры станка, но не учитывают время на его включение и выключение, на очистку приспособления от стружки, так как эти приемы нормируются отдельно и включены во время, связанное с переходом.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом, разработаны с учетом типа станка и содержат время на сложный комплекс приемов, регулярно повторяющихся при выполнении перехода (или обработке одной поверхности). Подробнее перечисление приемов в зависимости от способа выполнения работы дается в нормативах [13, приложение 5].

Время на дополнительные приемы, не вошедшие в комплекс, приведено в соответствующих таблицах нормативов [13]. В однопереходных операциях дополнительных приемов может не быть.

Нормативы вспомогательного времени на измерение предусматривают контрольные измерения после обработки; все промежуточные измерения в процессе обработки учтены во времени, связанном с переходом. Время на измерение зависит от измеряемого размера и применяемого измерительного инструмента. Выбор измерительного инструмента требует особого внимания при разработке технологического процесса, так как он непосредственно связан с обеспечением качества работы, устранением причин брака. В примечаниях к карте 43 нормативов [13] оговорены восемь пунктов, уточняющих условия измерения с применением соответствующих коэффициентов.

Необходимо также учитывать рекомендуемую периодичность измерений, оговоренную в отдельной карте нормативов [13], с учетом формы поверхности, вида обработки, квалитета точности и способа установки на размер. Во всех случаях, когда предусматривается выполнение контрольных измерений, перекрываемых основной работой станка, необходимо сопоставление свободного машинного времени с временем на измерение, т. е. время измерения должно быть меньше машинного свободного времени.

В общемашиностроительных нормативах [13] предусмотрен поправочный коэффициент на суммарное вспомогательное время в зависимости от суммарной продолжительности обработки партии деталей (в сменах), так называемый коэффициент серийности $K_{t_в}$. Если при установлении нормы времени известно количество деталей в партии, то сначала определяют вспомогательное время, а затем рассчитывают ориентировочную суммарную продолжительность обработки партии деталей. Для этого сумму основного и вспомогательного времени умножают на размер партии и делят на 480 мин (сменный фонд рабочего времени). Полученный результат позволяет определить по карте 1 нормативов [13] коэффициент серийности $K_{t_в}$.

3. *Нормирование времени на обслуживание рабочего места.* В условиях серийного производства это время выражают в процентах от оперативного времени с учетом группы станка по наибольшему диаметру детали, устанавливаемой над станиной станка.

4. *Нормирование времени перерывов на отдых и личные потребности исполнителя.* Эту категорию затрат рабочего времени определяют в процентах от оперативного времени независимо от типа станка с учетом характера подачи: при механической подаче — независимо от массы детали, при ручной подаче — с учетом общей длительности операции и массы детали, при работе на оправке — с учетом массы оправки.

5. *Нормирование подготовительно-заключительного времени* (на партию деталей). Это время рассчитывают с учетом группы станка (по наибольшему диаметру детали, устанавливаемой над станиной) по элементам.

I. На наладку станка, инструмента и приспособления — в зависимости от типа приспособления и количества инструментов в наладке;

II. На получение инструмента, приспособлений до начала обработки и сдачу их после окончания; это время при условии централизованной системы обслуживания рабочего места в норму не включают; в противном случае оно предусмотрено в нормативах, без учета конкретных условий продолжительностью 7—10 мин;

III. На дополнительные приемы, связанные с содержанием операции.

При нормировании работ на станках с ЧПУ содержание подготовительно-заключительного времени существенно изменяется как по наименованию приемов, так и по продолжительности. В этих случаях как наладчик, так и нормировщик должны располагать необходимыми справочными материалами (техническими паспортами, инструктивными картами наладки и т. п.).

6. После определения всех названных выше затрат рабочего времени определяют *штучное время* $T_{ш}$ и норму времени на партию деталей или норму *штучно-калькуляционного времени.*

При условии, если за одну установку обрабатывают несколько деталей, рекомендуется весь расчет вести на установочную партию, т. е. на операцию, а штучное время на одну деталь определять в конце расчета делением времени на операцию на размер установочной партии.

Пример нормирования токарной операции

В расчете использованы нормативы режимов резания [10] и нормативы времени [13].

Исходные данные: деталь — диск с отверстием и односторонней втулкой; длина $l = a = 85$ мм, масса 3,5 кг. Заготовка — отливка с чистой коркой из чугуна СЧ 32-52. Диаметр заготовки наружный $D = 200$ мм; диаметр отверстия $d_0 = 60$ мм; припуск по торцу $h = 2{,}5$ мм; диаметр отверстия после обработки $d = 62$ мм. Ориентировочно принимаем продолжительность обработки партии деталей — одна смена.

Содержание операции: обточить торец диска с допустимой шероховатостью обработанной поверхности $Rz = 20$ мкм (∇ 5) и расточить отверстие по квалитету $IT9$. Эскизы наладок приведены на рис. 5 и 6.

Оборудование: станок токарно-винторезный 16К20, мощность 10 кВт.

Приспособление — самоцентрирующий патрон, крепление — ключом.

Режущий инструмент: для точения торца — резец токарный прямой проходной с пластинкой из твердого сплава ВК6; для станка 16К20 — сечение державки резца 25×25 мм; геометрические параметры резца: форма передней поверхности плоская, угол $\varphi = 45°$, радиус скругления вершины резца $r = 1$ мм; для растачивания отверстия — резец расточной с пластинкой из твердого сплава

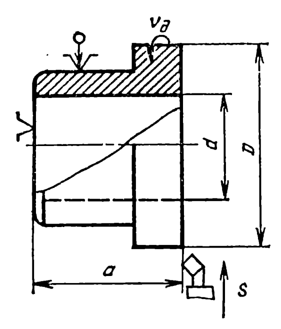


Рис. 5. Схема обработки для первого перехода — обтачивание торца

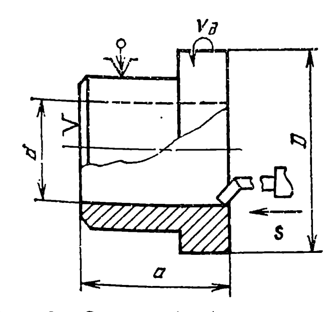


Рис. 6. Схема обработки для второго перехода — растачивание отверстия

ВК6, $\varphi = 60°$, $r = 1$ мм. Все эти параметры резцов можно определить по нормативам [10, приложения 1, 2].

Измерительный инструмент: при обтачивании торца не применяется (обточка без размера), при растачивании — калибр-пробка.

Определение режима резания

1. Для первого перехода — обтачивание торца.

Глубина резания исходя из условия обработки в один проход $t = h = 2{,}5$ мм. Подача для параметра шероховатости $Rz = 20$ мкм ($\nabla 5$) при радиусе скругления вершины резца $r = 1$ мм [10, карта 3] s до 0,4 мм/об.

Скорость резания при обработке чугуна СЧ 32-52, относящегося ко второй группе твердости по Бринеллю [10, приложение 17, лист 1], при t до 4 мм, s до 0,42 мм/об, при поперечном точении для $d_0/D = 60/200 = 0{,}3$ при угле $\varphi = 45°$ (карта 9, лист 1) $v = 116$ м/мин. При обработке по литейной корке $K_{hv} = 0{,}85$. Тогда $v_р = vK_{hv} = 116 \times 0{,}85 = 98{,}6$ м/мин.

Мощность, потребная на резание, при t до 2,8 мм, s до 0,47 мм/об, v до 100 м/мин (карта 8) $N_э = 2$ кВт, что меньше эффективной мощности станка $N_{ст} = N\eta = 10 \times 0{,}78 = 7{,}8$ кВт.

Частота вращения $n = 1000\, v_р/(\pi D) = 1000 \times 98{,}6/(\pi \times 200) = 157$ об/мин.

Корректируем режим резания по паспорту станка 16К20: $s = 0{,}39$ мм/об, $n = 160$ об/мин.

2. Для второго перехода — растачивание отверстия. Глубина резания $t = (d - d_0)/2 = (62 - 60)/2 = 1$ мм.

Подача при $Ra = 2{,}5$ мкм ($\nabla 6$) (карта 3) s до 0,20 мм/об. При чистовой обработке проверка режима резания по мощности станка и допустимости действующих сил не обязательна. Скорость резания (карта 9, лист 1) v до 110 м/мин. Для предварительно обработанного отверстия $K_{hv} = 1$. Частота вращения $n = 1000\, v/(\pi d) = 1000 \times \times 110/(\pi \times 62) = 565$ об/мин. Корректируем по паспорту станка: $s = 0{,}19$ мм/об, $n = 530$ об/мин.

Расчет основного времени

1. Для первого перехода — обтачивание торца. Длина обработки $l' = (D - d_0)/2 = (200-60)/2 = 70$ мм. Величина врезания и перебега при глубине резания t до 4 мм и угле $\varphi = 45°$ [10, приложение 4, лист 1] $l_1 = 6$ мм. Основное время $T_{01} = (l' + l_1)/(ns) = (70 + 6)/(160 \times 0{,}39) = 1{,}22$ мин.

2. Для второго перехода — растачивание отверстия. Величина врезания и перебега $l_1 = 2$ мм, длина на взятие пробной стружки [13, приложение 3, поз. 5] $l_2 = 5$ мм. Основное время $T_{02} = (l + l_1 + l_2)/(n \times s) = (85 + 2 + 5)/(530 \times 0{,}19) = 0{,}91$ мин. Основное время на операцию $T_0 = T_{01} + T_{02} = 1{,}22 + 0{,}91 = 2{,}13$ мин.

Расчет вспомогательного времени

По нормативам [13, карта 1] поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от серийности работы (средние станки, суммарная продолжительность обработки партии деталей 0,51—1 смена) $K_{t_в} = 1{,}15$.

Вспомогательное время на установку и снятие детали в патроне, крепление ключом без выверки при массе детали до 5 кг [13, карта 2, поз. 2и] $t_{в.\,уст} = 0{,}37$.

Вспомогательное время, связанное с переходом [13, карта 20].

1. Время на проход:

а) при поперечном точении с установкой инструмента по лимбу, на станке с наибольшим диаметром изделия, устанавливаемого над станиной станка — 400 мм (лист 1, поз. 34в) $t_{в.\,пер1} = 0{,}20$ мин;

б) при продольном точении с взятием пробных стружек (квалитет $IT9$, измеряемый диаметр до 100 мм) (лист 1, поз. 23в) $t_{в.\,пер2} = 0{,}55$ мин.

Итого $t_{в.\,пер} = 0{,}20 + 0{,}55 = 0{,}75$ мин.

2. Время на приемы, не вошедшие в комплексы:

а) закрыть или открыть щиток ограждения от стружки (2 раза) (поз. 93в) $t_{в.\ щитка} = 0{,}03 \times 2 = 0{,}06$ мин (только для первого перехода, так как при работе с пробными стружками щиток обычно не закрывают);

б) изменить частоту вращения шпинделя (2 раза) (поз. 80в) $t_{в.\ доп1} = 0{,}08 \times 2 = 0{,}16$ мин;

в) изменить величину подачи (2 раза) (поз. 81в) $t_{в.\ доп2} = 0{,}07 \times 2 = 0{,}14$ мин;

г) сменить резец поворотом резцовой головки (2 раза) (поз. 82в) $t_{в.\ доп3} = 0{,}07 \times 2 = 0{,}14$ мин.

Итого $t_{в.\ доп} = 0{,}06 + 0{,}16 + 0{,}14 + 0{,}14 = 0,\ 5$ мин.

В данном расчете предполагается, что время на контрольные измерения перекрываемое, т. е. в норму не включается. Проверим это. Периодичность контрольных измерений при работе с пробными стружками (карта 44, лист 1) равна 1, т. е. измеряют каждую деталь. Вспомогательное время на измерение калибром-пробкой — по квалитету $IT9$, диаметр до 100 мм, длина до двух диаметров (карта 43, лист 4, поз. 85б), $t_{в.\ изм} = 0{,}27$ мин, по первому переходу измерение не предусмотрено. Таким образом, $t_{в.\ изм}$ намного меньше оперативного времени каждого из переходов, а значит, оно перекрываемое.

Суммарное вспомогательное время на операцию: $T_в = t_{в.\ уст} + t_{в.\ пер} + t_{в.\ доп} = 0{,}37 + 0{,}75 + 0{,}50 = 1{,}62$ мин. С учетом коэффициента сменности $T_в K_{t_в} = 1{,}62 \times 1{,}15 = 1{,}86$ мин.

Расчет штучного времени

Время на обслуживание рабочего места (карта 45, поз. 3) $a_{обс} = 4\ \%$. Время на отдых и личные потребности (подача механическая) (карта 46) $a_{отл} = 4\ \%$.

Штучное время $T_ш = (T_о + T_в K_{t_в})\ [1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (2{,}13 + 1{,}86)\ [1 + (4 + 4)/100] = 4{,}31$ мин.

Расчет штучно-калькуляционного времени

Подготовительно-заключительное время на наладку станка, инструмента и приспособления (карта 47, поз. 1в) $T_{пз} = 14$ мин. Затраты на получение и сдачу инструмента не планируются, дополнительных приемов нет.

Штучно-калькуляционное время $T_{шк} = T_ш + T_{пз}/n$, где n — количество деталей в партии. При условии, что время обработки партии равно одной смене ($T_{см}$ = 480 мин), определим максимальный соответствующий размер партии: $n = (T_{см} - T_{пз})/T_ш$ = (480—14)/4,31 = 108 шт.

Примем n = 100 шт. Тогда время на партию: $T_{партии} = T_ш n + T_{пз}$ = 4,31 × 100 + 14 = 445 мин. Время штучно-калькуляционное: $T_{шк} = T_{партии}/n$ = 445/100 = 4,45 мин.

Выполнение данной операции возможно также в других вариантах, например, можно выделить второй переход (растачивание) в отдельную операцию. С точки зрения нормирования это целесообразно, так как обеспечит экономию суммарного вспомогательного времени.

Для отдельной операции «обтачивание торца» вспомогательное время $T_{в1} = t_{в\,уст} + t_{в\,пер1} + t_{в\,щитка}$ = 0,37 + 0,20 + 0,06 = 0,63 мин.

Дополнительно возникает необходимость во второй установке и снятии детали ($t_{в.\,уст}$ = 0,37 мин), но вспомогательное время, связанное с переходом, сократится в обеих операциях и можно проектировать выполнение операции растачивания резцом, установленным на размер [$t_{в.\,пер2}$ = 0,12 мин (карта 20, поз. 4в)]. Также сокращается время на приемы, не вошедшие в комплексы с 0,50 до 0,06 мин на прием «закрыть или открыть щиток ограждения от стружки». Общее уменьшение вспомогательного времени с учетом второй установки детали составит (0,55—0,12) + (0,50—0,06) — 0,37 = 0,40 мин.

С точки зрения технологических требований такой вариант обработки целесообразен только при условии, что обработка в две установки возможна с учетом допуска на неперпендикулярность торцовой поверхности диска с осью отверстия. Выполнение обоих переходов в одну операцию, т. е. одну установку, в этом отношении более целесообразно.

Возможен вариант обработки в одну операцию, за одну установку, в два перехода, но не на токарном, а на токарно-револьверном станке с применением для обработки отверстия одноразмерных инструментов — зенкера или резцовой головки. В целесообразности такого варианта можно убедиться путем самостоятельных расчетов.

В конце книги в приложении 2 приведен пример нормирования этой токарной операции с использованием

ЭВМ, текст программы на языке БЕЙСИК для ДВК-2 и инструкции по ее применению для аудиторных занятий в дисплейном классе.

Пример нормирования операции нарезания резьбы на токарно-винторезном станке

Исходные данные: материал детали — сталь конструкционная $\sigma_в = 7{,}3 \cdot 10^6$ Н/м² (75 кг/мм²); масса детали 2 кг; диаметр резьбы $d = 24$ мм, шаг резьбы $S = 3$ мм, ширина канавки $f = 8$ мм, длина резьбы $l = 40$ мм.

Содержание операции: нарезать наружную метрическую треугольную резьбу в упор. Эскиз наладки см. в работе [9, рис. 8].

Оборудование: токарно-винторезный станок 16К20, установка детали в патроне с поджатием центром задней бабки, зажим пневматический.

Режущий инструмент: резец резьбовой стержневой из стали Р6М5 (Р18), геометрические параметры резца стандартные.

Определение режима резания

По нормативам [10, карта 27] для нарезания резьбы в упор с отводом резца вручную при указанных условиях обработки частота вращения детали $n = 100$ об/мин, скорость резания $v = 8$ м/мин. Поправочные коэффициенты равны единице. Следует обратить внимание на то, что режим резания дается без точного определения обрабатываемого материала, так как в данном случае минутная подача, а значит, и частота вращения детали ограничена способностью человека выполнить отвод резца в конце прохода. В примечании карты 27 сказано, что при автоматическом отводе резца рекомендуется пользоваться картой для нарезания резьбы на проход.

Расчет основного времени

При нарезании резьбы в упор величина врезания и перебега [10, приложение 4, лист 3] $l_1 = 4 \times S = 4 \times 3 = 12$ мм.

Число проходов (карта 28): черновых 5, чистовых 3, зачистных 1. Общее число проходов $i = 5 + 3 + 1 = 9$. Основное время $T_o = (l + l_1)\, i/(nS) = (40 + 12)9/(100 \times 3) = 1{,}56$ мин.

Расчет вспомогательного времени

По нормативам [13, карта 1] поправочный коэффициент на вспомогательное время в зависимости от серийности работы (средние станки, продолжительность обработки партии деталей 0,26—0,5 рабочих смен) $K_{t_в} = 1,32$.

Вспомогательное время на установку и снятие детали в патроне с центром задней бабки при подводе пиноли вращением маховичка, массе детали до 3 кг (карта 2, поз. 9з) $t_{в.\,уст} = 0,40$ мин.

Вспомогательное время, связанное с переходом (карта 20):

1. Время на проход:

для черновых проходов (измеряемый размер до 25 мм) 0,12 мин (поз. 30в); для чистовых проходов (*IT*9 квалитет точности) 0,23 мин (поз. 32в); для зачистного прохода принимаем это время равным времени для чистового прохода (0,23 мин), тогда общее время на переходы: $t_{в.\,пер} = 0,12 \times 5 + 0,23 \times 3 + 0,23 = 1,52$ мин.

2. Время на приемы, не вошедшие в комплексы: «включить гайку ходового винта в начале и выключить по окончании нарезания резьбы» (поз. 88в), $t_{в.\,доп} = 0,04$ мин.

Суммарное вспомогательное время на операцию: $T_в K_{t_в} = (t_{в.\,уст} + t_{в.\,пер} + t_{в.\,доп}) K_{t_в} = (0,40 + 1,52 + 0,04)\,1,32 = 2,59$ мин.

Расчет штучного времени

Время на обслуживание рабочего места (карта 45, поз. 3) $a_{обс} = 4\ \%$. Время на отдых и личные потребности (карта 46, поз. 13) $a_{отл} = 4\ \%$.

Штучное время: $T_ш = (T_о + T_в K_{t_в})\,[1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (1,56 + 2,59)\,[1 + (4 + 4)/100] = 4,48$ мин.

Подготовительно-заключительное время на наладку станка, инструмента и приспособлений (карта 47, поз. 1в)— 14 мин; на получение и сдачу инструмента и приспособлений (поз. 7в)—8 мин. Дополнительное время (поз. 9в) на обработку резьбы — 4 мин. Всего на операцию $T_{пз} = 14 + 8 + 4 = 26$ мин.

Далее, при нормировании фрезерных работ будет рассмотрен пример выполнения данной операции на резьбо-

фрезерном станке групповой гребенчатой фрезой и установлено соотношение затрат основного и штучного времени по этим двум вариантам выполнения нормируемой операции.

§ 9. НОРМИРОВАНИЕ СВЕРЛИЛЬНЫХ РАБОТ

Сверлильные операции охватывают все виды обработки отверстий осевыми хвостовыми инструментами, включая нарезание резьбы. Формула машинного времени для сверлильных работ (кроме нарезания резьбы метчиком или плашкой) полностью совпадает с той же формулой для токарных работ.

Основные параметры режущих инструментов заложены, как правило, в их конструкции; для сверл особое значение имеет выбор формы заточки.

Глубина резания определяется как полуразность диаметров последующих инструментов. Для сверления $t = D/2$, но определение этой величины не является необходимым, так как в режимах резания учитывается диаметр сверления.

Величина подачи при сверлении в большинстве случаев ограничена прочностью сверла, однако в нормативах [10] предусмотрены три группы технологических показателей, определяющих величину подачи. Специфичным фактором для процесса сверления является отношение длины отверстия к его диаметру: в зависимости от этого отношения в нормативах предусмотрены поправочные коэффициенты на подачу и скорость резания, а также оговорена необходимость уменьшения подачи на выходе сверла при сверлении «на проход» во избежание поломки сверла. При работе сверлами, диаметр которых близок к максимальному для данного станка, необходимо проверять подачу по прочности механизма подачи станка. Расчетный режим резания проверяют также по крутящему моменту, допустимому на станке при данной частоте вращения шпинделя станка. Проверка по мощности станка особенно важна при работе с многошпиндельной головкой.

Определение режимов резания при зенкеровании в основном аналогично определению их при сверлении; однако в нормативах даются указания на необходимость уменьшения подачи при работе с повышенной против нормативной глубиной резания.

Выбор подачи для развертывания зависит главным образом от допустимой шероховатости обработанной поверхности и требуемого квалитета точности. Эти же фак-

торы определяют необходимость снижения скорости резания при чистовом развертывании.

Для всех инструментов при обработке глухих отверстий установлены максимальные величины допустимых минутных подач. Подрезание торцов, зенкование и центрование отверстий предусмотрены с ручной подачей, поэтому в нормативах [10, карта 67] приведено машинно-ручное время на эти переходы.

При расчете машинного времени для нарезания резьбы машинным метчиком необходимо учитывать время на вспомогательный ход — вывинчивание метчика из отверстия, а при нарезании резьбы гаечным метчиком — длину рабочей части метчика: она представляет перебег инструмента.

Нормативы времени, как уже было сказано выше, определяют время на установку и снятие детали независимо от вида применяемого оборудования. В случае применения специальных приспособлений необходимо возможно точнее определять основные элементы конструкции приспособления и установочные (базовые) поверхности. Для специальных приспособлений отдельно установлено время на очистку приспособления от стружки.

Вспомогательное время, связанное с переходом (проходом), зависит от характера обработки, способа подачи и группы станка по наибольшему диаметру сверления. В дополнительных приемах для сверлильных работ нормативами предусмотрено время на включение и выключение вращения шпинделя (для токарных работ оно включено в комплекс приемов на установку и снятие детали); время на смену кондукторной втулки, смазывание инструмента или детали; время на перемещение детали с приспособлением и кантование приспособления. Специфичным при сверлении является время на вывод и ввод сверла для удаления стружки, зависящее от отношения длины отверстия к его диаметру и обрабатываемого материала. При нарезании резьбы гаечным метчиком необходимо учитывать количество гаек, допустимое по хвостовой части метчика, в зависимости от диаметра резьбы.

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности нормируется в процентах от оперативного времени. При использовании высокопроизводительного оборудования нормирование этого времени в каждом отдельном случае бывает связано с применением многостаночного обслуживания, бригадного подряда.

Подготовительно-заключительное время устанавливается так же, как для токарных работ, по трем элементам (см. с. 92).

Существенным является включение наладки и подналадки станков в общий объем работ, выполняемых бригадой, особенно при освоении членами бригады смежных профессий.

При определении вспомогательного времени на контрольные измерения для сверлильных работ следует учитывать рекомендуемую периодичность этих измерений, с учетом требуемого квалитета точности.

Пример нормирования операции, выполняемой на сверлильном станке

Рассмотрим нормирование сверлильных работ на примере наиболее распространенных видов обработки отверстия хвостовыми инструментами: сверление, зенкерование, развертывание. Выполнять такую обработку можно несколькими вариантами: 1) в одну операцию, в одну установку, со сменой инструментов и режимов резания; 2) выделение каждого перехода в отдельную операцию; 3) выполнение обработки с использованием многошпиндельной головки или поворотного стола с загрузочной позицией.

Третий вариант будет рассмотрен при изучении нормирования многоинструментных работ. Сопоставим затраты по первому и второму вариантам.

1. Основное время по обоим вариантам будет примерно одинаковым, различие может быть только при корректировке режимов резания по станку.

2. В первом варианте, вероятно, будет необходимо изменять режимы резания по переходам, а также предусмотреть время на смену инструментов. Установка и снятие детали выполняются один раз. По второму варианту затраты времени на изменение режимов резания отсутствуют, но на каждой операции, т. е. три раза, необходимо учитывать время на установку и снятие детали.

3. Затраты подготовительно-заключительного времени по второму варианту также увеличатся примерно в 3 раза.

Соотношение всех этих затрат и будет определять целесообразность того или иного варианта обработки (по норме штучно-калькуляционного времени).

Исходные данные: деталь — диск с удлиненной втулкой; материал детали — чугун серый СЧ 35-56, НВ 230; масса детали — 8 кг.

Заготовка — отливка с чистой коркой, базовые поверхности предварительно обработаны.

Оборудование — станок вертикально-сверлильный 2А150.

Рис. 7. Эскиз обработки сверлением (размеры для варианта расчета)

Содержание операции. Первый переход — сверлить сквозное отверстие $D = 28$ мм под последующее зенкерование и развертывание на длину $l = 90$ мм. Инструмент — сверло спиральное $D = 28$ мм из стали Р6М5 (Р18), заточка перемычки ДП (двойная с подточкой перемычки). Сверление — по кондуктору.

Второй переход — зенкерование отверстия с припуском под последующее развертывание до диаметра $D =$ $= 30$ мм по квалитету *IT*9 (3-й класс точности). Инструмент: зенкер $D = 30$ мм № 1, т. е. под последующую обработку разверткой, число зубьев $z = 3$, оснащен пластинками из твердого сплава ВК8.

Третий переход — развертывание отверстия до диаметра $D = 30$ мм по квалитету *IT*9 (3-й класс точности). Инструмент: развертка машинная, оснащенная пластинками из твердого сплава ВК8.

Установка детали — в самоцентрирующих призматических тисках. Эскиз наладки приведен на рис. 7 [9].

Определение режима резания

Выбор режимов резания проводят по нормативам [10].

1. Для первого перехода — сверление.

Подача для сверла диаметром до 30 мм при сверлении чугуна с НВ > 229 под последующую обработку зенкером для I группы подач (карта 46) s до 0,66 мм/об. При отношении глубины сверления к диаметру $l/D = 3$ поправочный коэффициент $K_{l_s} = 1$. Согласно примечанию к карте 41, не предполагая на проходе перехода на ручную подачу, снижаем подачу на 25 %, т. е. $s = 0{,}66\times$

$\times 0{,}75 = 0{,}5$ мм/об; по станку $s_{св} = 0{,}4$ мм/об. Принятую подачу по прочности механизма станка можно не проверять, но для примера выполним эту проверку. По приложению 13 при сверлении чугуна НВ > 210, усилии, допускаемом прочностью механизма подачи станка, $P_{ст} = 24{,}5$ кН (2450 кг) (по паспорту станка — 2500 кг), диаметре сверла D до 30 мм для заточки ДП допустимая подача равна 2,25 мм/об. Выбранная подача не превышает допустимую.

Скорость резания при сверлении чугуна СЧ 35-56 (по приложению 17, лист 1 он относится к третьей группе), диаметре сверла (с заточкой ДП) свыше 20 мм и s до 0,4 мм/об (карта 47) $v = 27{,}5$ мм/мин. Поправочные коэффициенты, зависящие от длины отверстия и материала сверла, равны 1.

Частота вращения шпинделя при $v = 28$ м/мин и диаметре сверла 28 мм (приложение 15, лист 1) $n = 318$ об/мин. По паспорту станка $n_{ст} = 250$ и 350 об/мин. Как правило, принимают ближайшие меньшие значения по станку, т. е. $n = 250$ об/мин. Однако если принять $n = 350$ об/мин, то это составит превышение нормативного значения около 10 %. Учитывая, что действительная подача ($s = 0{,}4$ мм/об) меньше нормативной ($s = 0{,}66$ мм/об) почти на 40 %, допустимо принять $n_{св} = 350$ об/мин.

Проверка режима резания по мощности станка не обязательна, так как допустимый диаметр сверла по станку равен 50 мм. В общем случае фактическая мощность, потребная на сверление, определяется по карте 49 для установленных режимов сверления ($v_д = \pi D n/1000 = \pi \times 28 \times 350/1000 = 31$ м/мин и $s = 0{,}4$ мм/об) с учетом материала детали и диаметра сверла: $N = 3$ кВт, что меньше $N_{ст} = 5{,}6$ кВт.

2. Для второго перехода — зенкерование.

Подача под последующую обработку разверткой (II группа подач) (карта 73) s до 0,7 мм/об. Скорость резания при глубине резания t до 1,3 мм и подаче s до 0,77 мм/об (карта 76) $v = 77$ м/мин. Мощность, потребная на резание при t до 1,3 мм, s до 0,78 мм/об, D до 35 мм, $v = 74$ м/мин (карта 77), $N = 3{,}6$ кВт, что меньше $N_{ст} = 5{,}6$ кВт. Частота вращения шпинделя: $n = (1000 \times v)/(\pi \times D) = (1000 \times 77)/(\pi \times 30) = 817$ об/мин.

По паспорту станка $s_з = 0{,}62$ мм/об, $n_з = 705$ об/мин.

3. Для третьего перехода — развертывание.

Подача и скорость резания (карта 81) s до 1,3 мм/об и v до 80 м/мин; частота вращения инструмента: $n = (1000v)/(\pi D) = (1000 \times 80)/(\pi 30) = 850$ об/мин.

По паспорту станка $s_р = 1,17$ мм/об, $n_р = 705$ об/мин.

Расчет основного времени

Для последующего сравнения вариантов обработки рассчитывают машинное время отдельно по каждому переходу. Врезание и перебег инструмента определяют по нормативам [10, приложение 4, лист 2].

1. Для первого перехода — сверление $l_1 = 16$ мм; $T_{o1} = (l + l_1)/(n_{св} \times s_{св}) = (90+16)/(350 \times 0,4) = 0,76$ мин.

2. Для второго перехода — зенкерование $l_1 = 4$ мм; $T_{o2} = (90 + 4)/(705 \times 0,62) = 0,22$ мин.

3. Для третьего перехода — развертывание $l_1 = 19$ мм; $T_{o3} = (90 + 19)/(705 \times 1,17) = 0,13$ мин.

Всего по трем переходам $T_o = 0,76 + 0,22 + 0,13 = 1,11$ мин.

Проверим целесообразность изменения подачи: примем $s_р = s_з = 0,62$ мм/об. Тогда $T_{o3} = (90 + 19)/(705 \times 0,62) = 0,25$ мин, т. е. T_o увеличилось на 0,12 мин. Эти сведения используем при дальнейшем нормировании.

Расчет вспомогательного времени

Расчет ведем по нормативам [13] в предположении, что продолжительность обработки партии деталей — до одной смены. При этом по карте 1 коэффициент серийности на вспомогательное время $K_{t_в} = 1,15$.

Время на установку и снятие детали в самоцентрирующих тисках при массе детали 8 кг (карта 9, поз. 23к); $t_{в.\,уст} = 0,2$ мин. Очистка приспособления от стружки включена в комплекс (приложение 4).

Согласно примечанию 2 к карте 18 при работе с накладным кондуктором принимаем время на установку и снятие кондуктора равным времени на установку и снятие детали в соответствии со способом базирования и закрепления. Время на установку и снятие кондуктора массой до 3 кг (карта 18, поз. 2з) $t'_в = 0,12$ мин, для приема «закрепить кондуктор винтовым зажимом» (поз. 35з) $t''_в = 0,07$ мин. Всего на установку и снятие детали и кондуктора: $t_{в.\,уст} = 0,2 + 0,12 + 0,07 = 0,39$ мин.

Вспомогательное время, связанное переходом (карта 25):

а) время на проход (поз. 4д) — с учетом примечания 2 к этой карте $t'_{\text{в. пер}} = 0{,}09$ мин, всего на три перехода: $t_{\text{в. пер}} = 3 \times 0{,}09 = 0{,}27$ мин;

б) время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплексы:

время на прием «включить или выключить вращение шпинделя» предусматриваем только четыре раза (по два раза между первым и вторым, а также вторым и третьим переходами, так как при использовании универсальных приспособлений время на включение и выключение станка входит в комплекс времени на установку и снятие детали): $t_{\text{в1}} = 4 \times 0{,}03 = 0{,}12$ мин (поз. 11в);

время на прием «изменить частоту вращения шпинделя или величину подачи» предусматриваем пять раз (два раза — частоту вращения и три раза—подачу); $t_{\text{в2}} = 5 \times \times 0{,}8 = 0{,}4$ мин (поз. 12в);

время на прием «установить и снять инструмент» (конус Морзе № 3) предусматриваем три раза: $t_{\text{в3}} = 3 \times \times 0{,}15 = 0{,}45$ мин (поз. 22);

в) время на выводы сверла для удаления стружки при обработке чугуна при длине сверления до четырех диаметров не назначается.

Время на контрольные измерения после окончания обработки поверхности в тех случаях, когда оно может быть перекрыто основным (машинным) временем, в норму не включается. Выполним проверочный расчет этого времени.

Время на контрольные измерения калибром-пробкой после развертывания по квалитету *IT*9 для измеряемого размера до 50 мм при длине измеряемой поверхности до четырех диаметров (карта 43, поз. 84в) $t_{\text{в. изм}} = 0{,}22$ мин.

Периодичность контрольных измерений цилиндрической поверхности при развертывании по квалитету *IT*9 при измеряемом размере до 50 мм, обеспечиваемом конструктивными размерами режущего инструмента (развертки), по карте 44, поз. 4а равна 0,4. С учетом этого коэффициента время на измерение единицы продукции $t'_{\text{в. изм}} = 0{,}22 \times 0{,}4 = 0{,}09$ мин. Для определения возможности перекрытия времени измерения машинным временем необходимо сравнить $t_{\text{в. изм}} = 0{,}22$ мин с наибольшим машинным временем одного из переходов в операции. Таким переходом является сверление, для которого основное время $T_{\text{o1}} = 0{,}76$ мин превышает время на измерения. Однако при выделении перехода «развертывание» в са-

мостоятельную операцию (T_{o3} = 0,13 мин) вспомогательное время на измерения $t'_{в. изм}$ = 0,09 мин необходимо включить в сумму вспомогательного времени.

Сумма вспомогательного времени на операцию по варианту трехпереходной операции: $T_в = t_{в. уст} + t_{в. пер} + t_{в1} + t_{в2} + t_{в3} = 0{,}39 + 0{,}27 + 0{,}12 + 0{,}4 + 0{,}45 = 1{,}73$ мин. С учетом коэффициента серийности $T_в K_{t_в} = 1{,}73 \times 1{,}15 = 1{,}99$ мин.

Расчет штучного времени

Время на обслуживание рабочего места [13, карта 45, поз. 23] (наибольший диаметр сверления — 50 мм) $a_{обс}$ = 4 %. Время на отдых и личные потребности (карта 46) $a_{отл}$ = 4 %.

Штучное время $T_ш = (T_o + T_в K_{t_в})\,[1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (1{,}12 + 1{,}99) \times [1 + (4 + 4)/100] = 3{,}35$ мин.

Ранее было установлено, что при выполнении перехода «развертывание» без изменения подачи увеличение основного времени составляет 0,25 — 0,13 = 0,12 мин. Вспомогательное время на изменение подачи 0,08 мин. Таким образом, изменение подачи обосновано (0,08 < 0,12). Однако практически экономия времени 0,04 мин не оправдывает введения в операцию приема «изменить подачу», т. е. вероятнее всего второй и третий переходы будут выполняться с единой подачей s = 0,62 мм/об. В этом случае сумма основного времени составит 1,11 + 0,11 = 1,22 мин, а сумма вспомогательного времени: 1,73 — 0,08 = 1,65 мин, с учетом коэффициента серийности: $T_в K_{t_в} = 1{,}65 \times 1{,}15 = 1{,}89$ мин.

Штучное время $T_ш$ = (1,22 + 1,89) 1,08 = 3,36 мин.

Приведенный расчет показывает, что в многопереходных операциях следует проверять целесообразность изменения режимов резания между переходами путем сравнительных расчетов.

Рассчитаем норму времени на обработку отверстия по второму варианту, т. е. при выделении каждого перехода в отдельную операцию. При условии использования того же оборудования и режущего инструмента основное время останется без изменений.

Для сверления: T_{o1} = 0,76 мин. Вспомогательное время: $t_{в. уст}$ = 0,39 мин; время, связанное с переходом, $T_{в. пер}$ = 0,09 мин; всего с учетом $K_{t_в}$: $T_в$ = (0,39 +

$+ 0{,}09)\ 1{,}15 = 0{,}55$ мин. Штучное время: $T_ш = (0{,}76 + 0{,}55)\ 1{,}08 = 1{,}41$ мин.

Для зенкерования: $T_{о2} = 0{,}22$ мин, $t_{в.\ уст} = 0{,}2$ мин (без кондуктора), $T_в = (0{,}2 + 0{,}09)\ 1{,}15 = 0{,}33$ мин. Штучное время: $T_ш = (0{,}22 + 0{,}33)\ 1{,}08 = 0{,}59$ мин.

Для развертывания: $T_{о3} = 0{,}13$ мин. В сумму вспомогательного времени надо включить время на контрольные измерения, определенное ранее. Тогда $T_в = (0{,}2 + 0{,}09 + 0{,}09)\ 1{,}15 = 0{,}44$ мин. Штучное время: $T_ш = (0{,}13 + 0{,}44)\ 1{,}08 = 0{,}62$ мин.

Суммарное штучное время на обработку отверстия $\sum T_ш = 1{,}41 + 0{,}59 + 0{,}62 = 2{,}62$ мин.

Таким образом, по суммарному штучному времени второй вариант предпочтительнее. Однако окончательное решение такого вопроса связано с учетом дополнительных затрат подготовительно-заключительного времени по второму варианту и зависит от размера партии.

Расчет подготовительно-заключительного времени [13, карта 52] производят по группам.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений 12 мин (поз. 1в);

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений 6 мин (поз. 7);

III. Дополнительных приемов нет.

Таким образом, $T_{пз} = 12 + 6 = 18$ мин на одну операцию.

По второму варианту необходимо учитывать переналадки на три самостоятельные операции (это могут быть и разные станки). Следовательно, для этого варианта $T_{пз} = 3 \times 18 = 54$ мин.

Можно определить размер партии, при котором по норме штучно-калькуляционного времени оба варианта равнозначны.

По первому варианту $T_{ш1} = 3{,}36$ мин, $T_{пз1} = 18$ мин.

По второму варианту $T_{ш2} = 2{,}62$ мин, $T_{пз2} = 54$ мин.

Размер равнозначной партии: $n = (T_{пз2} - T_{пз1})/(T_{ш1} - T_{ш2}) = (54 - 18)/(3{,}36 - 2{,}62) = 49$ шт.

При меньшем размере партии предпочтительнее первый вариант, а при большем — второй. Окончательное решение такого вопроса зависит от результатов расчета технологической себестоимости операции. Этот вопрос рассматривают в курсах «Экономика промышленного предприятия» и «Технология отрасли».

Завершим весь расчет определением размера партии исходя из предположения, что размер партии примерно равен сменной норме выработки. Если все три операции по второму варианту выполнять последовательно на одном станке, то сумма $T_{пз} = 54$ мин, суммарное штучное время всех трех операций $T_{ш} = 2{,}62$ мин. Размер партии, равной сменной норме выработки $H_{см}$, при сменном фонде времени $T_{см} = 480$ мин: $n = H_{см} = (T_{см} - T_{пз})/T_{ш} = (480 - 54)/2{,}62 = 163$ шт.

При меньшем размере партии расчет необходимо исправить, изменив значение коэффициента сменности в соответствии с данными карты 1 нормативов [13].

§ 10. НОРМИРОВАНИЕ СТРОГАЛЬНЫХ И ДОЛБЕЖНЫХ РАБОТ

Обработка резанием с возвратно-поступательным движением резания (строгание и долбление) сравнительно менее производительна по двум причинам: динамическая нагрузка на резец требует снижения как скорости резания, так иногда и подачи; наличие обратного (вспомогательного) хода вызывает неизбежное увеличение машинного времени. Однако в некоторых случаях, особенно при долблении, такой вид обработки может оказаться единственно возможным. Это связано с тем, что по сравнению с фрезерованием процесс строгания протекает с меньшей величиной действующих сил, а это иногда также может играть решающую роль.

Выбор инструмента при строгании не вызывает затруднений, хотя конструктивно строгальные и долбежные резцы отличаются от токарных. Режим резания устанавливают аналогично режиму резания при токарных работах, но имеется одно существенное отличие: действующая при выбранном режиме резания тяговая сила резания должна быть проверена по тяговой силе станка на принятой ступени числа двойных ходов. Машинное время рассчитывают в порядке, изложенном выше (см. § 7).

Необходимо обратить внимание на содержание величины L в формуле основного времени (см. с. 87), где путь инструмента в направлении подачи $L = l + l_1 + l_2$. Здесь l — размер обрабатываемой поверхности в направлении подачи, а не ширина поверхности, как это неточно указано в нормативах [10]. Так как длина хода стола (или инструмента) в направлении движения реза-

ния при определении числа двойных ходов также обозначена буквой L, то в отличие от предыдущего ее значения целесообразно применять обозначение $L_{хода}$.

На мощных станках широко применяют многорезцовые наладки, обеспечивающие сокращение основного времени.

В нормативах [10] приведены режимы резания для обработки плоскостей широкими резцами, т. е. с малой глубиной резания (2 — 0,05 мм) и большими подачами — до 20 мм/дв. ход. Там же установлено ограничение скорости резания в зависимости от размера обрабатываемой поверхности. Нормативы также содержат режимы резания при обработке пазов и отрезании, обработке V-образных направляющих и соединений типа «ласточкин хвост». Для долбежных станков установлено ограничение подачи при строгании пазов с учетом жесткости системы станок—приспособление—инструмент—деталь.

Нормативы времени на установку и снятие детали содержат характерные для строгальных станков виды установок: в тисках с выверкой и без выверки с учетом числа одновременно устанавливаемых деталей; на столе с учетом числа крепежных болтов и дополнительным креплением клиньями или струбцинами; на угольнике и в специальных приспособлениях с учетом способа базирования, закрепления и открепления.

Нормативы вспомогательного времени, связанного с переходом (на проход), в основном не отличаются от нормативов на токарные работы. Продольно-строгальные станки в нормативах распределены на три группы по наибольшей длине рабочей поверхности стола, поперечно-строгальные станки — по наибольшей длине хода ползуна.

Время на обслуживание рабочего места также установлено с учетом трех групп станков.

Время на отдых и личные потребности устанавливают по единым нормативам для всех видов станков.

Подготовительно-заключительное время включает затраты по группам.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений.

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений в начале и конце обработки партии деталей.

III. На дополнительные приемы на наладку станка.

Нормативы времени для долбежных станков для времени, связанного с переходом, в дополнительных приемах

содержат время на изменение величины хода долбяка, время на поворот круглого стола (так называемый делительный поворот).

Пример нормирования операции, выполняемой на строгальном станке

Исходные данные: масса детали 4 кг; установка детали — на столе, крепление двумя болтами и планками без выверки; заготовка — отливка из серого чугуна СЧ 32-52, НВ 200. Размер партии — 10 шт.

Режущий инструмент — резец канавочный шириной 6 мм из стали Р6М5 (Р18), геометрия нормальная.

Содержание операции: строгать паз шириной $B = 6$ мм на длину $l = 180$ мм при глубине паза $H = 15$ мм.

Оборудование: станок поперечно-строгальный 736: число двойных ходов ползуна в минуту: 12,5; 17,9; 25; 36,5; 52,5; 73 дв. хода/мин; подачи стола: 0,33; 0,67; 1,00; 1,23; 1,67; 2,00; 2,33; 2,67; 3,00; 3,30 мм/дв. ход; наибольшая длина хода ползуна $L_x = 650$ мм; мощность электродвигателя $N = 3{,}5$ кВт; КПД $\eta = 0{,}65$; тяговая сила станка приведена в табл. 4.

Таблица 4

Тяговая сила станка, в зависимости от числа двойных ходов ползуна

L_x	m	Число двойных ходов ползуна в минуту									
		12,5		17,9		25		36,5		52,5	
		v	P_z	v	P_z	v	P_z	v	P_z	v	P_z
150	0,89	—	—	—	—	7,0	18,25	10,6	13,00	15	9,10
250	0,83	—	—	8,1	16,15	11,4	11,55	16,6	8,24	25	5,76
350	0,77	7,7	17,22	11,0	12,13	15,4	8,66	22,5	6,18	32	4,33
450	0,71	9,6	14,05	13,9	9,90	19,3	7,06	28,2	5,00	—	—
550	0,66	11,4	12,05	16,4	8,50	23,0	6,06	33,5	4,33	—	—
650	0,60	13,2	10,05	19,0	7,50	26,4	5,35	38,5	3,82	—	—

Примечание: L_x — длина хода ползуна; m — отношение скоростей рабочего и вспомогательного ходов; v — средняя скорость резания, м/мин; P_z — тяговая сила станка, кН.

Определение режима резания и расчет основного времени

По нормативам [10, карта 95] при ширине резца до 6 мм, обработке заготовки из серого чугуна подача s до 0,32 мм/дв. ход. Скорость резания (карта 103)

$v = 9,7$ м/мин (чугун НВ 170—255, s до 0,33 мм/дв. ход).

Перебег инструмента в обе стороны в направлении движения резания [10, приложение 4, лист 7] при длине обрабатываемой поверхности до 200 мм $l_{пер} = 50$ мм.

Ход резца в направлении резания $L_x = l + l_{пер} = 180 + 50 = 230$ мм. По паспорту станка при L_x до 250 мм отношение скорости рабочего хода к скорости вспомогательного хода $m = 0,83$.

Число двойных ходов в минуту: $n = 1000v/[L_x(1 + m)] = 1000 \times 9,7/[230(1 + 0,83)] = 23$.

По паспорту станка $n = 25$ дв. ход/мин; $s = 0,33$ мм/дв. ход. Тяговая сила станка $P_{ст} = 11,55$ кН.

Выполним проверку режима резания по тяговой силе станка. По карте 100 — резец из стали Р6М5 (Р18), подача s до 0,37 мм/дв. ход, глубина резания (ширина резца) до 6,8 мм, сила резания $P_z = 3,9$ кН (400 кг) не превышает тяговой силы станка. При условии проверки по тяговой силе станка проверка по мощности не нужна.

Врезание и перебег резца в направлении подачи (приложение 4, лист 7) $l_1 = 1,0 \ldots 3,0$ мм.

Основное время $T_o = L/(ns) = (H + l_1)/(ns) = (15 + 3)/(25 \times 0,33) = 2,18$ мин.

Расчет вспомогательного времени

При размере партии 10 шт. (суммарной продолжительности обработки партии деталей до 0,25 рабочих смен) коэффициент серийности [13, карта 1] $K_{t_в} = 1,52$.

Вспомогательное время на установку и снятие детали на столе [13, карта 10, поз. 3д] — крепление двумя болтами и планками, без выверки, одновременно устанавливается одна деталь массой до 5 кг — $t_{в.уст} = 0,65$ мин.

Вспомогательное время, связанное с переходом (карта 31):

а) время на проход (поз. 12в) — без измерения, наибольшая длина хода ползуна до 1000 мм — $t_{в1} = 0,46$ мин;

б) дополнительных приемов, не вошедших в комплекс, нет.

Вспомогательное время на операцию $T_в = t_{в.уст} + t_{в1} = 0,65 + 0,46 = 1,11$ мин.

С учетом коэффициента серийности $T_в = 1,11 \times 1,52 = 1,69$ мин.

Время на обслуживание рабочего места (карта 45, поз. 50): $a_{обс} = 4{,}5\ \%$, время на отдых и личные потребности (карта 46, поз. 13) $a_{отл} = 4\ \%$.

Штучное время: $T_{ш} = (T_{о} + T_{в})\ [1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (2{,}18 + 1{,}69)\ [1 + (4{,}5 + 4)/100] = 4{,}20$ мин.

Подготовительно-заключительное время (карта 59) включает затраты по группам.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений (поз. 1в) 13 мин.

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений (поз. 2в) 5 мин.

III. Дополнительных приемов нет.

Всего на партию деталей: $T_{пз} = 15 + 3 = 18$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шк} = T_{ш} + T_{пз}/n = 4{,}20 + 18/10 = 6{,}00$ мин.

При нормировании фрезерных работ пронормируем операцию обработки паза, заменив строгание обработкой дисковой фрезой.

§ 11. НОРМИРОВАНИЕ ФРЕЗЕРНЫХ РАБОТ

При всем разнообразии фрезерных работ расчет основного (машинного) времени при фрезеровании имеет общую особенность: из всех элементов режима резания определяющей по станку является минутная подача, т. е. скорость движения стола в мм/мин. В расчетах основного времени часто допускают ошибку. Приняв формулу основного времени в общем виде $T_{о} = Li/(ns)$ и забывая о размерности подачи s в ней (мм/об), при расчете берут n — частоту вращения фрезы (об/мин), а подачу рассчитывают не на один оборот шпинделя, а минутную $s_{м}$, мм/мин. В результате время $T_{о}$ уменьшается в n раз. Поэтому следует запомнить, что для фрезерных работ

$$T_{о} = Li/s_{м},$$

где $s_{м} = s_{z}zn$.

Особым видом фрезерных работ является обработка закрытых шпоночных канавок с маятниковой подачей. В этом случае после каждого прохода с продольной подачей осуществляется вертикальная подача на врезание. Фрезами с фасонным зубом обрабатывают профильные поверхности методом копирования, а на станках, рабо-

тающих по копиру, возможна обработка самых разнообразных поверхностей.

Различают цилиндрическое фрезерование (ось фрезы параллельна обрабатываемой поверхности) и торцовое (ось фрезы перпендикулярна к обрабатываемой поверхности). Если выбор типа фрезы не обусловлен размерами и конфигурацией детали и расположением обрабатываемой поверхности, то следует учитывать, что основное время в обоих случаях будет зависеть в первую очередь от допустимой минутной подачи. Вместе с тем при окончательной (чистовой) обработке для торцовой фрезы величина врезания и перебега равна диаметру фрезы, т. е. намного больше, чем для фрезы цилиндрической.

Если минутная подача для цилиндрической фрезы $s_{м.\,ц}$ больше, чем для торцовой $s_{м.\,т}$, то использование цилиндрической фрезы целесообразнее. В противном случае можно определить такую длину обрабатываемой поверхности $l_{од}$, при которой основное время для обоих типов фрез будет одинаково:

$$l_{од} = (s_{м.\,ц} l_{1т} - s_{м.\,т} l_{1ц})/(s_{м.\,т} - s_{м.\,ц}),$$

где $l_{1т}$, $l_{1ц}$ — величина врезания и перебега соответственно для торцовой и цилиндрической фрез.

Если длина обрабатываемой поверхности больше рассчитанной, то меньшую величину основного времени обеспечит торцовая фреза, и наоборот.

Основной закон резания — работать с возможно большей минутной подачей — применим и к фрезерным работам. При черновой обработке определяющей является величина подачи на зуб, максимальная величина которой зависит от жесткости системы станок—приспособление—инструмент—деталь.

В нормативах режимов резания [10] предусмотрены две схемы крепления фрез: консольное и с дополнительной опорой. Для основных моделей фрезерных станков в зависимости от типа фрез в нормативах предусмотрены три схемы (обозначены римскими цифрами) консольного крепления торцовых фрез и четыре схемы — остальных типов фрез. Для крепления с дополнительной опорой (фрезы дисковые, цилиндрические и фасонные) указаны три схемы.

Соответственно этому в зависимости от степени жесткости крепления приведены поправочные коэффициенты на подачу на зуб s_z и скорость резания v. Учтено также

влияние вида установки торцовых фрез относительно детали: симметричная и смещенная, т. е. когда ось фрезы смещена в сторону для обеспечения плавности входа зуба фрезы в работу. Расстояние наибольшего смещения точки траектории зуба от детали при вступлении его в работу $C_0 = 0,03 \dots 0,05$ диаметра фрезы обеспечивает возможность увеличения подачи на зуб почти вдвое.

При обработке жаропрочных сталей наблюдается обратное явление: расстояние наиболее удаленной точки траектории зуба от детали при выходе зуба должно быть близким к нулю, т. е. зуб должен выходить из работы с постепенной разгрузкой.

Важным фактором, влияющим на режим резания и основное время, является диаметр фрезы: фрезы меньшего диаметра при прочих равных условиях более производительны и требуют меньшей мощности.

Очень важны правильная заточка зубьев фрезы и ее установка на станке с минимальным биением зубьев, что обеспечивает соблюдение назначенной подачи на зуб.

В нормативах [13] время на установку и снятие детали дано независимо от вида станка. На фрезерных станках применяют приспособления весьма разнообразной конструкции. При нормировании необходимо правильно охарактеризовать приспособления по основным элементам, т. е. по расположению и виду установочной (базовой) поверхности, способу закрепления и открепления. Для нормирования времени на очистку приспособления от стружки необходимо знать размеры очищаемой поверхности и способ очистки: сжатым воздухом, кантованием или щеткой. При массе детали свыше 20 кг должен быть оговорен тип подъемника: местный, на станке или мостовой кран.

Вспомогательное время, связанное с переходом, определяют с учетом вида станка, группы станка по длине стола, способу установки инструмента на размер, величины контролируемого размера (при работе с пробными стружками).

Время на приемы, не вошедшие в комплекс, предусматривает изменение частоты вращения шпинделя и минутной подачи, делительные повороты приспособления, установку защитного щитка, перемещение стола на величину, бóльшую, чем предусмотрено в комплексе приемов.

Время на обслуживание рабочего места предусмотрено в процентах от оперативного времени с учетом группы станка по длине стола.

Время на отдых и личные потребности нормируют независимо от типов станков по единым картам.

Подготовительно-заключительное время устанавливают также по трем группам I, II, III; специфичным здесь являются время на установку делительной головки и на установку приспособления в зависимости от его массы — вручную или краном.

Нормативы времени для продольно-фрезерных станков в основном построены аналогично нормативам для поперечно-фрезерных станков.

Для копировально-фрезерных станков время, связанное с переходом, предусмотрено в зависимости от способа управления станком и расположения обрабатываемой поверхности. В основу группировки карусельно-фрезерных станков положен диаметр стола. Для этих станков, работающих по принципу непрерывного фрезерования, время, связанное с переходом, не нормируется, так как оно перекрываемое. Остальные элементы вспомогательного времени (на загрузку стола в начале и разгрузку в конце смены и время на начальное управление станком) включены во время на обслуживание рабочего места.

В норме подготовительно-заключительного времени учитывают число устанавливаемых фрез и число деталей, обрабатываемых в одну установку.

В нормативах [10], в методических указаниях к разделу IV не упомянуты фрезы резьбовые и вращающиеся резьбовые головки, но режимы резания приведены в конце раздела IV: для групповых гребенчатых фрез — карта 200, для дисковых гребенчатых фрез — карта 204, для вращающихся головок — так называемый вихревой метод резьбонарезания — карта 205.

На участках (в цехах), где преобладает обработка крупногабаритных деталей со сравнительно большой величиной основного (машинного) времени, а также оснащенных средствами механизации, роботизации (вплоть до полной автоматизации), особенно при многосменном режиме работы при передаче работающего станка «на ходу», целесообразно внедрение бригадного подряда и иных форм более высокой организации труда.

Пример нормирования операции, выполняемой на фрезерном станке

Исходные данные: для сопоставления эффективности замены строгания фрезерованием выполним нормирование операции «обработка паза», аналогичной по условиям операции, описанной в предыдущем примере (см. § 10).

Оборудование — горизонтально-фрезерный станок 6Н82Г. Основные паспортные данные станка: частота вращения шпинделя — 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 950; 1180; 1500 об/мин. Подача стола — 30; 37,5; 47,5; 60; 75; 95; 118; 150; 190; 235; 300; 375; 475; 600; 750; 900 мм/мин. Мощность электродвигателя 7 кВт; КПД $\eta = 0{,}75$.

Режущий инструмент: фреза дисковая трехсторонняя из стали Р6М5 (Р18). Диаметр $D_ф = 60$ мм. Эскиз приведен на рис. 8 [9].

Определение режима резания и расчет основного времени

Подача на зуб [10, карта 184] $s_z = 0{,}08 \ldots 0{,}05$ мм/зуб (обработка чугуна, диаметр фрезы $D_ф = 60$ мм, число зубьев $z = 16$, ширина паза $B = 6$ мм, глубина резания (глубина паза) 15 мм).

Режимы резания для указанных выше условий (карта 187) при s_z до 0,07 мм/зуб; $v = 37$ м/мин, $n = 198$ об/мин, $s_м = 201$ мм/мин.

По паспорту станка: $n = 190$ об/мин; $s_м = 190$ мм/мин. Действительная подача на зуб $s_{zд} = s_м/(nz) = 190/(190 \times 16) = 0{,}06$ мм/зуб в пределах установленной нормы. Мощность на резание по карте 188 $N = 1{,}3$ кВт при s_z до 0,12 мм/зуб, ширине паза B до 12 мм, глубине паза до 16 мм и минутной подаче $s_м$ до 220 мм/мин.

Величина врезания и перебега инструмента (приложение 4, лист 5) при глубине резания 15 мм и диаметре фрезы 60 мм $l_1 = 28$ мм. При чистовой обработке эту величину следует удвоить: $l_1 = 28 \times 2 = 56$ мм.

Основное время $T_о = (l + l_1)/s_м = (180 + 56)/190 = 1{,}24$ мин.

Экономия основного времени по сравнению со строганием: $[(2{,}18 - 1{,}24)/2{,}18]\, 100 = 43$ %.

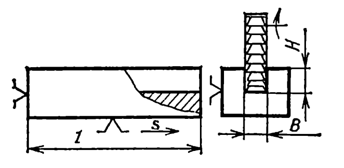


Рис. 8. Эскиз обработки фрезерованием

Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время на установку и снятие детали на столе [13, карта 10, поз. 3д] $t_{в.\,уст} = 0{,}65$ мин (крепление двумя болтами и планками без выверки, одновременно устанавливается одна деталь, массой до 5 кг).

Вспомогательное время, связанное с переходом (карта 27): а) время на проход (поз. 2а) $t_{в1} = 0{,}12$ мин (обработка паза фрезой, установленной на размер, длина стола до 500 мм); б) время на установку и снятие щитка ограждения от стружки (поз. 19а) $t_{в2} = 0{,}05$ мин.

Суммарное вспомогательное время $T_в = t_{в.\,уст} + t_{в1} + t_{в2} = 0{,}65 + 0{,}12 + 0{,}05 = 0{,}82$ мин. С учетом коэффициента серийности $T_в = 0{,}82 \times 1{,}52 = 1{,}25$ мин.

Расчет штучно-калькуляционного времени

Время на обслуживание рабочего места (карта 45, поз. 34) $a_{обс} = 2{,}5$ %. Время перерывов на отдых и личные потребности (карта 46, поз. 13) $a_{отл} = 4$ %. Штучное время $T_ш = (T_о + T_в)\,[1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (1{,}24 + 1{,}25)\,[1 + (2{,}5 + 4)/100] = 2{,}65$ мин.

Подготовительно-заключительное время складывается из трех групп (карта 54).

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений (поз. 1) 10 мин.

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений (поз. 7) 7 мин.

III. Дополнительное время (поз. 12) — при обработке с одной поддерживающей стойкой 2 мин.

Всего $T_{пз} = 10 + 7 + 2 = 19$ мин.

Штучно-калькуляционное время (размер партии 10 шт.) $T_{шк} = T_ш + T_{пз}/n = 2{,}65 + 19/10 = 4{,}55$ мин.

По сравнению со строганием снижение нормы штучно-калькуляционного времени составит $[(6{,}00 - 4{,}55)/6{,}00] \times 100 = 24$ %.

Пример нормирования операции обработки резьбы на резьбофрезерном станке групповой гребенчатой фрезой

Исходные данные: материал детали — сталь конструкционная $\sigma_в = 7{,}3 \cdot 10^6$ Н/м² (75 кг/мм²); масса детали 2 кг. Диаметр резьбы $d = 24$ мм, шаг резьбы $S = 3$ мм, длина резьбы $l = 40$ мм.

Содержание операции: нарезать треугольную метрическую резьбу в упор (см. § 7).

Оборудование: станок резьбофрезерный 563Б. Наибольший диаметр фрезеруемой резьбы 110 мм. Частота вращения фрезерного шпинделя: 160; 225; 320; 450 об/мин. Число оборотов детали за один оборот шпинделя фрезы: 0,00026; 0,00029; 0,00033; 0,00037; 0,00042; 0,00047; 0,00053; 0,00058; 0,0006; 0,0007; 0,0008; 0,0009; 0,0010; 0,0011; 0,0013; 0,0014; 0,0016; 0,0018; 0,0020; 0,0022; 0,0025; 0,0031; 0,0035; 0,0039; 0,0044; 0,0051; 0,0056; 0,0062; 0,0069; 0,0079; 0,0081; 0,0097; 0,0110; 0,0125; 0,0139. Мощность двигателя $N = 2{,}7$ кВт. КПД $\eta = 0{,}75$.

Режущий инструмент: фреза групповая гребенчатая насадная из стали Р6М5 (Р18), диаметр фрезы $D_ф =$ $= 50$ мм, число зубьев $z = 12$.

Определение режима резания

По нормативам [10, карта 200] материал детали: сталь $\sigma_в$ до 80 кг/мм², шаг резьбы S до 4 мм, диаметр резьбы до 30 мм, подача на зуб s_z до 0,06 мм/зуб. По карте 201 скорость резания $v = 29{,}5$ м/мин, частота вращения шпинделя фрезы $n_ф = 170$ об/мин, минутная подача $s_м = 112$ мм/мин. Поправочные коэффициенты равны 1. По паспорту станка $n_ф = 160$ об/мин. Частота вращения детали $n_д = s_z z n_ф/(\pi \times d) = 0{,}06 \times 12 \times 160/(\pi 24) =$ $= 1{,}53$ об/мин. Отношение $n_д/n_ф = 1{,}53/160 = 0{,}0096$. По паспорту станка принимаем 0,0097. Действительная частота вращения детали $n_д = 0{,}0097 \times 160 = 1{,}55$ об/мин.

Расчет основного времени

Резьба будет обработана за один оборот детали. Время на врезание на глубину резьбы принимают обычно 10 % времени полного оборота шпинделя детали, тогда основное время: $T_0 = 1{,}1/1{,}55 = 0{,}71$ мин.

Экономия по основному времени по сравнению с обработкой на токарно-винторезном станке ($T_0 = 1{,}56$ мин, см. с. 98): $[(1{,}56 - 0{,}71)/1{,}56]\ 100 = 54$ %.

Расчет вспомогательного времени

По нормам [13, карта 1] коэффициент сменности $K_{t_в} = 1{,}32$ (средние станки, обработка партии деталей в течение 0,26—0,50 рабочих смен).

Вспомогательное время на операцию (карта 33, поз. 59) $t_в = 0{,}20$ мин (станок с ручным управлением, нарезание наружной крепежной резьбы). С учетом коэффициента серийности вспомогательное время на операцию: $T_в K_{t_в} = 0{,}20 \times 1{,}32 = 0{,}26$ мин.

Расчет штучного времени

Время на обслуживание рабочего места (карта 45, поз. 80) $a_{обс} = 3{,}5$ % от оперативного времени. Время перерывов на отдых и личные потребности (карта 46), $a_{отл} = 4$ % от оперативного времени.

Штучное время $T_ш = (T_о + T_в) [1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (0{,}71 + 0{,}26) [1 + (3{,}5 + 4)/100] = 1{,}04$ мин.

При обработке на токарном станке $T_ш = 4{,}48$ мин (см. с. 99). Экономия по штучному времени составит $[(4{,}48 - 1{,}04)/4{,}48]\ 100 = 77$ %.

При работе на резьбофрезерном полуавтомате весь цикл выполнения операции соответствует одному обороту распределительного вала. Это время включает вспомогательное машинное время (время на подвод и отвод фрезы, время на переключения). В этом случае весь цикл обработки (мин) $t_ц = 1/(n_д n_о)$, где $n_о$ — отношение времени одного оборота распределительного вала к времени одного оборота шпинделя детали (оно приводится в паспортных данных станка).

Следует обратить внимание на то, что сопоставление по экономии затрат основного или штучного времени не дает возможности окончательно обосновать выбор варианта технологического процесса. В частности, в данном примере следует учитывать, что деталь до нарезания резьбы можно обрабатывать на токарном станке, поэтому возникает необходимость выделения резьбофрезерования в отдельную операцию (это иногда нежелательно, особенно при жестких требованиях на соосность оси вала с осью резьбы) и т. п. Окончательный выбор варианта технологического процесса возможен лишь при комплексном подходе с полным учетом конкретной производственной обстановки, экономичности производства и обеспечения заданных показателей качества.

§ 12. НОРМИРОВАНИЕ ЗУБОРЕЗНЫХ РАБОТ

Разнообразие зубчатых передач требует разнообразных методов обработки, оборудования и режущего инструмента. В большинстве случаев обработку зубьев

зубчатых колес разделяют на черновую (предварительную) и чистовую (окончательную).

Нормативы режимов резания [11] охватывают фрезерование, долбление, шевингование, строгание, обработку конических колес с прямым и криволинейным зубом, зубозакругление и фрезерование шлицев на шлицефрезерных станках.

Для каждого вида зубонарезания, исходя из особенностей кинематики станков, применяют особую формулу для расчета основного времени [11, табл. 3], но последовательность определения режима резания в основном аналогична приведенной выше (см. § 7).

Рассмотрим особенности нормирования основного времени для различных видов зуборезных работ.

Зубофрезерные работы

При черновой обработке решающей является производительность процесса без особых требований к точности обработки и шероховатости поверхности. Чистовая обработка должна обеспечивать требуемые показатели по всем параметрам точности и шероховатости обработанных поверхностей. Это во многом зависит от точности изготовления режущего инструмента, поэтому червячные фрезы в нормативах [11] характеризуют по классам точности (квалитетам) и числу заходов фрезы, причем число заходов рекомендуют принимать некратным числу зубьев обрабатываемого колеса.

В нормативах режимов резания приведены классификация зубофрезерных станков по группам с учетом мощности электродвигателя станка и режимы резания для станков, работающих червячными фрезами и фрезами дисковыми зуборезными.

Основными факторами, определяющими величину допустимой подачи являются: требуемые качество поверхности и квалитет (класс точности), мощность станка, размеры нарезаемого зуба, число зубьев обрабатываемого колеса.

Сравнительно высокая стоимость зуборезных инструментов и жесткие требования к точности обработки обусловливают относительно низкие скорости резания, обеспечивающие повышенную стойкость инструмента. Для червячных фрез существенным фактором повышения их стойкости являются осевые перемещения фрезы, обеспе-

чивающие более равномерную рабочую нагрузку на все зубья, а следовательно, и более равномерный их износ. Большое значение имеет применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ). В нормативах приведены рекомендации по их применению.

Для зубофрезерных работ важным фактором уменьшения основного времени является обработка в одну установку нескольких колес с учетом их конфигурации, так как врезание и перебег червячных фрез при обработке одного колеса увеличивают ход фрезерного суппорта примерно вдвое.

Зубодолбежные работы

Главная особенность режима резания при обработке зубьев зубчатого колеса долбяком — необходимость радиальной подачи (на врезание) и окружной подачи, т. е. совместной обкатки колеса и долбяка (мм/дв. ход).

Величина радиальной подачи оговорена в нормативах [11, примечания карты 13]: 0,1—0,3 окружной подачи. Действительная величина этой подачи определяется степенью подъема кривой кулачка, обеспечивающего эту подачу.

В нормативах приведены классификация зубодолбежных станков по четырем группам с учетом мощности электродвигателя станка и режимы резания с поправочными коэффициентами, зависящими от угла наклона зуба обрабатываемого колеса и от числа зубьев колеса.

Для зубодолбежных станков в нормативах [13] на операцию установлено время на дополнительные приемы: при изменении числа двойных ходов ползуна или величины круговой подачи и при работе на станках с поворотным столом.

Шевинговальные работы

Режимы резания при шевинговании учитывают: квалитет (класс точности) обрабатываемого колеса и степень шероховатости поверхности зуба. Элементами режима резания являются: продольная подача стола за один оборот детали в зависимости от числа зубьев обрабатываемого колеса, радиальная подача на ход стола, окружная скорость шевера, м/мин.

В нормативах [11] оговорены нормальные припуски по межцентровому расстоянию и по толщине зуба в зависимости от модуля и угла зацепления (по профилю) в градусах. Установлено также число ходов без радиальной подачи в зависимости от квалитета.

Зубострогальные работы

В нормативах [11] для станка типа 523 заданы режимы резания и установлено основное время на обработку одного зуба в зависимости от характера обработки, модуля и длины зуба. Аналогичные данные содержат карты для станка типа 526.

Режимы резания для обработки конических колес с криволинейным зубом в основном построены по тому же принципу, т. е. установлено основное время на обработку одного зуба (в секундах) с учетом рекомендуемого режима резания, типа станка и применяемого режущего инструмента. Для зубозакругления и снятия фасок также рекомендован режим резания и установлено основное время на один зуб в секундах.

Шлицефрезерные работы

Нормативы режимов резания [11] содержат подачи на оборот заготовки в зависимости от характера обработки, вида инструмента (фреза с «усиками» или без «усиков»), диаметра вала, скорости резания с учетом ранее названных факторов, а также высоты шлицев. В отдельной карте 22 оговорены величина перемещения фрезы и число их с учетом начальной и конечной установки.

Сформулируем особенности нормативов времени для зуборезных станков. Вспомогательное время на установку и снятие детали определяется в соответствии с характеристикой приспособления, по отдельной карте нормативов [13] нормируется установка детали на круглом столе зубофрезерного станка. При обработке в одну установку нескольких колес дается дополнительное время на установку каждой последующей детали.

Нормы на вспомогательное время, связанное с переходом, даны в общей карте [13, карта 33] для всех станков, предназначенных для однопереходной обработки.

Время на обслуживание рабочего места нормируется в процентах от оперативного времени с учетом наибольшего нарезаемого модуля.

Время перерывов на отдых и личные потребности установлено в размере 4 % от оперативного времени независимо от типа станка.

Нормативы подготовительно-заключительного времени в дополнительных приемах учитывают время на приемы, присущие каждому виду зуборезных станков. Есть в нормативах [13] и время на пробную обработку детали в начале обработки заданной партии деталей.

Для зубошевинговальных, зубозакругляющих, зубострогальных и шлицефрезерных работ нормативы содержат время на некоторые приемы, специфичные для выполнения этих работ.

Необходимо отметить, что для зуборезных работ, особенно при обработке в одну установку нескольких колес, основное время составляет обычно более 80 % оперативного времени, что является хорошей предпосылкой для многостаночного обслуживания.

Примеры нормирования операций, выполняемых на зуборезных станках

Зубофрезерные работы

В нормативах [11, с. 18] приведен пример расчета основного времени обработки зубчатого колеса червячной фрезой ($T_0 = 5{,}02$ мин).

Не считая нужным дублировать аналогичный расчет, обратим внимание на то, что обрабатываемое колесо плоское, т. е. ширина зубчатого венца и длина ступицы колеса равны. В этом случае обработка одного колеса может быть оправдана лишь при условии, что вообще требуется обработать одно колесо. В противном случае следует проектировать обработку в одну установку возможно большего количества колес.

Исходные данные: материал детали — сталь 40Х, НВ 156—207. Масса детали 2,5 кг. Модуль колеса $m = 4$ мм; число зубьев колеса $z = 33$; ширина обода колеса $B = 35$ мм; угол наклона зуба $\beta = 30°$.

Оборудование — станок зубофрезерный 5А326; наибольший модуль, нарезаемый по стали, $m = 10$ мм. Приспособление — оправка с креплением гайкой.

Расчет основного времени

Число одновременно обрабатываемых деталей q определяется допустимой величиной хода фрезерного суппорта (210 мм) и величиной врезания и перебега инструмента ($l_1 = 39{,}8$ мм). Для заданной ширины колеса 35 мм $q = 4$. Тогда ход фрезерного суппорта $L_х = Bq + l_1 = 35 \times 4 + 39{,}8 = 179{,}8$ мм.

При установленном режиме резания ($n_ф = 123$ об/мин; подача $s_о = 2$ мм/об; число заходов фрезы $K = 2$) основное время на четыре детали $T_{о\,(q)} = L_х z/(n_ф s_о K) = 179{,}8 \times 33/(123 \times 2 \times 2) = 12{,}06$ мин; на одну деталь $T_о = T_{о\,(q)}/q = 12{,}06/4 = 3{,}02$ мин.

Экономия по основному времени по сравнению с обработкой по одному колесу: (5,02 — 3,02)/5,02 = 40 %.

Расчет штучного времени

По нормативам [13] время на установку и снятие детали на круглом столе зубофрезерного станка на концевой оправке с гайкой при массе детали до 3 кг (карта 16, поз. 1з) равно 0,50 мин; на каждую последующую деталь добавлять (поз. 6з) 0,19 мин.

Время, связанное с переходом (обработка цилиндрических колес, модуль до 6 мм, длина обработки до 200 мм) равно 0,47 мин (карта 33, поз. 13).

Вспомогательное время на четыре детали $T_{в\,(q)} = 0{,}50 + 3 \times 0{,}19 + 0{,}47 = 1{,}54$ мин.

Время на обслуживание рабочего места (карта 45, поз. 65) $a_{обс} = 4{,}5$ % (наибольший нарезаемый модуль до 12 мм).

Время на отдых и личные потребности (карта 46) $a_{отл} = 4$ %. Штучное время на четыре детали $T_{ш\,(q)} = (12{,}06 + 1{,}54)\,[1 + (4{,}5 + 4)/100] = 14{,}76$ мин; на одну деталь $T_ш = 14{,}76/4 = 3{,}69$ мин.

При обработке по одной детали: время, связанное с переходом (длина обработки до 100 мм) 0,31 мин (карта 33, поз. 12); вспомогательное время $T_в = 0{,}50 + 0{,}31 = 0{,}81$ мин; штучное время $T_ш = (5{,}02 + 0{,}81) \times 1{,}085 = 6{,}33$ мин.

Экономия по штучному времени при обработке по четыре колеса: [(6,33 — 3,69)/6,33] 100 = 42 %.

В приведенных расчетах коэффициент серийности $K_{t_в}$ принят равным 1, что соответствует суммарной продолжительности обработки партии деталей в течение одной—

двух рабочих смен. Определим размер партии, соответствующий этому предположению.

Подготовительно-заключительное время (карта 67) складывается из четырех групп.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений (обработка на оправке) 29 мин (поз. 1в).

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений 7,0 мин (поз. 3).

III. Дополнительное время на наладку станка (обработка колес с косым зубом) 3,5 мин (поз. 4в).

IV. На пробную обработку деталей (число зубьев до 40, нарезаемый модуль до 5) 2,5 мин (поз. 8в).

Всего $T_{вз} = 29 + 7,0 + 3,5 + 2,5 = 42,0$ мин.

Размер партии, равной сменной норме выработки при сменном фонде рабочего времени $T_{см} = 480$ мин, $n = (T_{см} - T_{пз})/T_{ш}$. При обработке по четыре детали: $n = (480 - 42)/3,69 = 119$ шт.; при обработке по одной детали: $n = (480 - 42)/6,33 = 69$ шт.

Данные этих расчетов будут использованы при нормировании многостаночного обслуживания.

Зубодолбежные работы

В предыдущем примере обработка зубчатого колеса на зубофрезерном станке предназначалась под последующую обработку долбяком. Выполним нормирование операции обработки зубчатого колеса долбяком.

Исходные данные: требуемая шероховатость $Rz = 2,5$ мм ($\nabla 6$), после обработки червячной фрезой припуск $h = 0,2m = 0,2 \times 4 = 0,8$ мм, где m — модуль колеса.

Оборудование — станок зубодолбежный 514. Паспортные данные станка: наибольший модуль, нарезаемый по стали, $m = 6$ мм. Число двойных ходов долбяка в минуту: 360, 255, 179, 125. Круговые подачи за один двойной ход долбяка: 0,44; 0,35; 0,30; 0,24; 0,21; 0,17 мм. Мощность главного привода станка $N = 2,2$ кВт.

Определение режима резания

В нормативах [11, карта 12] станок 514 отнесен ко II группе. При чистовой обработке по предварительно обработанному зубу по стали 45 подача $s = 0,22 \dots 0,25$ мм/дв. ход (карта 13). Поправочный коэффициент

в зависимости от материала детали на подачу (карта 14) равен 1. По паспорту станка $s_{ст} = 0{,}24$ мм/дв. ход. Радиальная подача на врезание согласно карте 13 (примечание 4) $s_{рад} = (0{,}1 \dots 0{,}3)\ s = 0{,}2 \times 0{,}24 = 0{,}05$ мм/дв. ход.

При чистовой обработке по предварительно прорезанному зубу с круговой подачей до 0,26 мм/дв. ход скорость резания $v = 30{,}7$ м/мин (карта 14); поправочные коэффициенты на скорость в зависимости от механической характеристики и марки стали (40Х) $K_{мv} = 1$, при угле наклона зуба $\beta = 30^\circ$ $K_{\beta v} = 0{,}85$; при числе зубьев колеса $z = 33$ $K_{zN} = 1{,}1$. При чистовой обработке проверка режима резания по мощности станка не обязательна. Расчетная скорость резания $v = 30{,}7 \times 0{,}85 = 26$ м/мин. При длине обрабатываемой поверхности до 50 мм перебег долбяка в обе стороны [13, приложение 2] $l_{x1} = 8$ мм.

Ход долбяка $L_x = B + l_{x1} = 35 + 8 = 43$ мм.

Число двойных ходов в минуту: $n = 1000v/(2 \times L_x) = 1000 \times 26/(2 \times 43) = 302$.

По паспорту станка (в целях повышения стойкости инструмента) принимаем меньшую величину $n_{ст} = 255$ дв. ход/мин.

Расчет основного времени

Основное время: $T_o = [\pi z m/(ns)]i + [h/(n \times s_{рад})] = [\pi \times 33 \times 4/(255 \times 0{,}24)]\ 1 + [0{,}8/(255 \times 0{,}05)] = 6{,}83$ мин.

Расчет штучного времени

Вспомогательное время на установку и снятие детали (на концевой оправке с креплением гайкой и быстросъемной шайбой, масса детали до 3 кг) $t_{в.\,уст} = 0{,}31$ мин (карта 8, поз. 2з).

Вспомогательное время, связанное с переходом (цилиндрическое колесо, зуб предварительно прорезан, модуль зуба до 8 мм) $t_{в1} = 0{,}35$ мин (карта 33, поз. 30).

Всего $T_в = 0{,}31 + 0{,}35 = 0{,}66$ мин.

Время на обслуживание рабочего места (наибольший нарезаемый модуль 6 мм) $a_{обс} = 4$ % (карта 45, поз. 67).

Время на отдых и личные потребности $a_{отл} = 4$ % (карта 46).

Штучное время $T_ш = (T_o + T_в)\ [1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (6{,}83 + 0{,}66)\ [1 + (4 + 4)/100] = 8{,}1$ мин.

Подготовительно-заключительное время (карта 68) включает затраты по группам

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений (обработка колес с наклонным зубом на станке с наибольшим нарезаемым модулем до 6 мм) 25 мин (поз. 2а).

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений 7 мин (поз. 6).

III. На пробную обработку деталей (нарезаемый модуль до 5 мм) 6 мин (поз. 7б).

Всего $T_{пз} = 25 + 7 + 6 = 38$ мин.

Штучно-калькуляционное время при размере партии, равном сменной норме выработки $H = (T_{см} - T_{пз})/T_{ш} = (480 - 38)/8{,}1 \approx 54$ шт., равно $T_{шк} = T_{ш} + T_{пз}/H = 8{,}1 + 38/54 = 8{,}8$ мин.

§ 13. НОРМИРОВАНИЕ ПРОТЯЖНЫХ РАБОТ

Протягивание — один из наиболее производительных методов обработки резанием самых разнообразных поверхностей, обеспечивающий высокую точность и чистоту обработки. Но для протягивания требуется дорогой и сложный инструмент, поэтому экономически этот способ обработки оправдывается лишь при большом объеме продукции, т. е. в массовом и крупносерийном производствах.

Режимы резания на протяжные работы даны в общемашиностроительных нормативах режимов резания [12].

Конструкция и кинематические особенности протяжных станков, хотя и позволяют использовать для расчета машинного времени ранее приведенное соотношение: Время = Путь/Скорость, но реальное содержание этих понятий при протягивании иное. Путь — это полная величина перемещения протяжки или детали в направлении резания, будем далее называть его ходом протяжки $l_{р.х}$; скорость — это скорость резания v, м/мин.

Основное (технологическое) время обработки одной детали или установочной партии (мин) рассчитывают по формуле

$$T_{о} = l_{р.х} K_1 i/(1000vq),$$

где q — число одновременно обрабатываемых деталей; K_1 — коэффициент, учитывающий соотношение скоростей рабочего и вспомогательного ходов; i — число проходов.

Многие виды протяжек (круглые, шпоночные, шлицевые и др.) стандартизованы, в этом случае все размеры

протяжек известны, что позволяет определить величину хода протяжки:

$$l_{р.\,х} = l_{дет} + l_{р.\,ч} + l_{доп},$$

где $l_{дет}$ — размер обрабатываемой поверхности в направлении резания; $l_{р.\,ч}$ — длина режущей части протяжки ($l_{р.\,ч} = tz_р$, где t — шаг зубьев протяжки; $z_р$ — число режущих зубьев); $l_{доп}$ — перебег протяжки (30—50 мм) в зависимости от размеров детали.

В проектных расчетах размеры протяжки иногда могут быть неизвестны, в этом случае для приближенного расчета основного времени, мин, можно использовать формулу

$$T_о = l_{дет} h K_{о.\,х} K_{к.ч}/(1000 v s_z z_i),$$

где h — припуск на сторону; $K_{о.\,х}$ — коэффициент, учитывающий скорость обратного хода; $K_{к.\,ч}$ — коэффициент, учитывающий длину направляющей и калибрующей частей протяжки (это наиболее неточная величина в данном расчете, так как у длинных протяжек $K_{к.\,ч}$ равен примерно 1,1—1,2, а при малом числе режущих зубьев величина $K_{к.\,ч}$ возрастает до 2); s_z — подача (подъем) на зуб на сторону; z_i — число одновременно работающих зубьев (в среднем 4); тогда шаг зубьев $t = l_{дет}/z_i$, а число зубьев $z_р = h/s_z$, т. е. $(l_{дет}/z_i)\,(h/s_z) = l_{р.\,ч}$.

Для обеспечения высокой стойкости протяжки скорости резания при протягивании сравнительно малы и составляют в зависимости от обрабатываемого материала, допустимой шероховатости поверхности и квалитета для протяжек из быстрорежущей стали 2—10 м/мин.

Если возникает сомнение в достаточности тяговой силы станка или его мощности, необходимо определить силу протягивания (силу резания), Н:

$$P = q_0 \sum l_р K_P,$$

где $q_0 = 1{,}8 + 197s$ — осевая сила резания, приходящаяся на 1 мм длины режущей кромки, кг/мм; $\sum l_р$ — суммарная длина режущих кромок зубьев, одновременно участвующих в работе; K_P — общий поправочный коэффициент, учитывающий условия выполнения операции [12]. Чтобы выразить силу резания в ньютонах, надо вычислять осевую силу q_0, Н/мм, по формуле $q_0 = 9{,}8 \times$ $\times\ (1{,}8 + 197s)$.

В нормативах [13] вспомогательное время, связанное с переходом, приведено в единой карте для станков для

однопереходной обработки раздельно для горизонтально-протяжных (внутреннее протягивание) и вертикально-протяжных (наружное протягивание) станков.

Для внутреннего протягивания вспомогательное время на операцию определяют в зависимости от вида обработки, способа установки детали и протяжки, числа проходов, диаметра протяжки. Дополнительное время приводят на приемы установки нескольких деталей и поворот делительного приспособления.

Для наружного протягивания дополнительное время установлено на смену протяжки при работе в несколько проходов.

Время на обслуживание рабочего места дается в процентах от оперативного времени.

Время на отдых и личные потребности установлено в единых картах независимо от вида станка в процентах от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время на партию деталей включает затраты по двум группам.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений.

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений.

Пример нормирования операции, выполняемой на протяжном станке

Для сопоставления вариантов нормирования примем исходные данные, соответствующие примеру расчета сверлильной операции, заменив зенкерование и развертывание протягиванием.

Исходные данные: протяжка круглая с групповой схемой резания для отверстий квалитета $IT7$—$IT9$ (2—3-го классов точности) имеет для номинального диаметра отверстия, равного 30 мм, следующие основные размеры: диаметр отверстия до протягивания (после сверления) $d = 29$ мм, для длины протягивания 43—92 мм длина протяжки $L = 675$ мм, длина до первого зуба $l = 315$ мм; подача $s_z = 0{,}08$ мм/зуб.

По нормативам [12] чугун серый НВ 230 отнесен к VII группе по обрабатываемости и твердости (карта 1, лист 3). Для квалитета $IT9$ (3-й класс точности) принимаем группу качества 3-ю (карта 2, лист 1). Передний угол $\gamma_1 = 10°$ (карта 3, лист 2). По карте 23 (лист 2, п. 6) определяем рекомендуемую СОЖ марки В — сульфо-

фрезол; по карте 4 (лист 1) — скорость резания $v = 8$ м/мин (группа качества 3, группа обрабатываемости VII).

Расчет основного времени

Основное время $T_о = l_{р.х} K_1/(1000vq)$.

По ранее принятым размерам протяжки рабочий ход $l_{р.х} = L - l = 675 - 315 = 360$ мм.

Для определения коэффициента K_1, учитывающего время на вспомогательный ход, необходимо знать скорость обратного хода. Предполагаем выполнение операции на горизонтально-протяжном станке мод. 7Б510. Тяговая сила станка до 98 кН (10 000 кгс). Предел скоростей рабочего хода $v = 1 \dots 9$ м/мин. Скорость обратного хода протяжки $v_{о.х} = 20$ м/мин. Мощность главного двигателя $N = 17$ кВт. Следовательно, $K_1 = 1 + v/v_{о.х} = 1 + 8/20 = 1,4$.

При числе одновременно протягиваемых деталей $q = 1$ основное время $T_о = 360 \times 1,4/(1000 \times 8 \times 1) = 0,06$ мин.

Расчет штучного времени

Коэффициент серийности $K_{t_в} = 1,15$ [13, карта 1].

Вспомогательное время на установку и снятие детали в специальном приспособлении (открытая вертикальная плоскость, масса детали до 8 кг) 0,15 мин (карта 18, поз. 3и).

Вспомогательное время, связанное с переходом (обработка со снятием протяжки за один проход при диаметре протяжки до 40 мм), 0,23 мин (карта 33, поз. 68).

Вспомогательное время на партию деталей с учетом коэффициента серийности: $T_в = (0,15 + 0,23)\,1,15 = 0,44$ мин.

Время на обслуживание рабочего места $a_{обс} = 3,5$ % (карта 45, поз. 82). Время на отдых и личные потребности $a_{отл} = 4$ % (карта 46).

Штучное время $T_ш = (T_о + T_в)\,[1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (0,06 + 0,44)\,[1 + (3,5 + 4)/100] = 0,54$ мин.

Подготовительно-заключительное время (карта 72) складывается из двух групп.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений (поз. 2) со снятием протяжки 12 мин.

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений (поз. 5) 5 мин.

Всего $T_{пз} = 12 + 5 = 17$ мин.

Напомним данные из примера на обработку отверстия зенкерованием и развертыванием. Основное время при зенкеровании 0,22 мин, при развертывании 0,13 мин, штучное время соответственно 0,59 и 0,62 мин.

Таким образом, экономия основного времени за счет замены зенкерования и развертывания протягиванием $[(0,22 + 0,13 - 0,06)/(0,22 + 0,13)]\,100 = 83\ \%$. Экономия штучного времени $[(0,59 + 0,62 - 0,54)/(0,59 + 0,62)]\,100 = 55\ \%$.

Необходимо учитывать, что сопоставление вариантов технологического процесса только по времени (особенно для протяжных работ) не может быть решающим показателем целесообразности того или иного варианта. В основе должен лежать расчет себестоимости при обеспечении качества.

§ 14. НОРМИРОВАНИЕ ШЛИФОВАЛЬНЫХ РАБОТ

Шлифование — один из видов обработки с применением абразивных материалов — в большинстве случаев является окончательной (отделочной) операцией обработки разнообразных поверхностей.

Процесс резания при шлифовании значительно отличается от процесса резания металлическими инструментами (включая и минералокерамические); поэтому и порядок определения режимов резания при шлифовании также имеет свои отличительные особенности.

Выбор шлифовального круга

Режущим инструментом при шлифовальных работах в большинстве случаев является шлифовальный круг. В маркировке шлифовального круга отражены характеристики, определяющие его режущие способности и область применения: абразивный материал, зернистость, степень твердости, материал связки, номер структуры, форма круга, диаметр наружный, ширина круга, диаметр отверстия, допустимая окружная скорость, м/с.

Нормальное течение процесса резания при шлифовании требует определенного соотношения между окружной скоростью круга и скоростью детали, а скорость детали (окружная) или скорость движения стола при обработке плоскостей непосредственно влияет на основное время.

Определение режима резания

Порядок определения режима резания при шлифовании отличен от порядка при других видах обработки резанием. Факторы, определяющие режим резания при шлифовании, следующие.

А. Зависящие от обрабатываемой детали и требований к обработанной поверхности: 1) размеры обрабатываемой поверхности, ее конфигурация; 2) свойства обрабатываемого материала; 3) припуск на обработку; 4) требуемый квалитет (класс) точности обработки; 5) допустимая шероховатость обработанной поверхности.

Б. Зависящие от инструмента и станка: 1) критерий затупления круга и принятый период его стойкости, т. е. время работы между правками; 2) жесткость системы станок — приспособление — инструмент — деталь.

Наиболее подробно порядок определения режима резания при шлифовании изложен в нормативах [12].

Для круглого шлифования установлен следующий порядок определения режима резания.

1. Выбор шлифовального круга, полной его характеристики.

2. Определение рекомендуемой частоты вращения детали и круга.

3. Выбор продольной подачи: в долях ширины круга B и в миллиметрах на оборот детали с учетом ширины круга B:

$$s_В = s_д B.$$

4. Выбор поперечной подачи $s_{t\,х}$, мм/ход, или $s_{t\,дв.\,х}$, мм/дв. ход, с учетом диаметра шлифования и частоты вращения детали; поправочные коэффициенты в зависимости от периода стойкости и диаметра шлифовального круга от обрабатываемого материала.

Расчет основного времени

Основное время рассчитывают по формуле, соответствующей виду шлифования; время на «выхаживание» детали принято до 20 % основного времени шлифования.

Для многих видов шлифования предусмотрено укрупненное нормирование основного времени, мин, по формуле

$$T_о = T_{о\,100} l_д K_1 K_2 / 100,$$

где T_{o100} — время на обработку поверхности длиной 100 мм; $l_д$ — длина шлифуемой поверхности; K_1 — коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала и диаметра круга; K_2 — коэффициент, зависящий от допустимой шероховатости обработанной поверхности.

Для плоского шлифования нормативы режимов резания имеют аналогичное построение.

Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время определяют по трем комплексам приемов.

1. На установку и снятие детали, включая пуск и остановку станка.
2. На переход, включая время на измерение в процессе обработки; время на контрольные измерения устанавливают отдельно.
3. На дополнительные приемы, не вошедшие в комплекс.

Расчет штучного времени

В серийном производстве время на техническое обслуживание для шлифовальных станков выделяется и определяется в минутах расчетным путем с учетом периода стойкости шлифовального круга, времени на его правку и основного времени обработки детали. Необходимость расчета этого времени для шлифовальных станков связана с тем, что время на техническое обслуживание, связанное с правкой шлифовального круга, в норме штучного времени занимает значительное место и изменяется в широких пределах в зависимости от характера выполняемой работы и точности шлифования.

Норма штучного времени:

$$T_ш = (T_o + T_в K_{t_в})[1 + (a_{орг} + a_{отл})/100] + T_{тех},$$

где $T_{тех}$ — время на техническое обслуживание, мин.

Подготовительно-заключительное время на партию деталей нормируется по группам:

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений.

II. На получение и сдачу приспособлений и инструмента.

III. На дополнительные приемы.

IV. На пробную обработку деталей.

Для мелкосерийного и единичного производства в нормативах [25] предусмотрено укрупненное нормирование шлифовальных работ, для чего последовательно определяют:

1) группу обрабатываемого материала;

2) степень точности и жесткости станка в зависимости от вида шлифования, модели станка и срока его работы без ремонта; на основании этого устанавливается поправочный коэффициент на штучное время;

3) подготовительно-заключительное время на наладку станка, инструмента и приспособления и на пробную обработку в начале обработки партии деталей;

4) время на установку и снятие детали в зависимости от применяемого приспособления, массы детали и способа ее установки и снятия;

5) неполное штучное время, т. е. штучное время без времени на установку и снятие детали, устанавливаемое для круглого шлифования с учетом диаметра шлифования $D_д$, припуска на диаметр 2П и длины шлифования $L_д$.

Поправочные коэффициенты на неполное штучное время устанавливаются в зависимости от обрабатываемого материала, квалитета (класса точности) и допустимой шероховатости, формы поверхности, ширины круга и жесткости детали.

Применяемые поправочные коэффициенты на штучное время учитывают также число деталей в партии, точность и жесткость станка. Штучное время, мин, определяют по формуле:

$$T_ш = t_{в.уст} + \sum t_{н.ш},$$

где $t_{в.уст}$ — время на установку и снятие детали; $\sum t_{н.ш}$ — сумма неполного штучного времени по всем переходам с учетом поправочных коэффициентов.

Аналогично нормативам для круглого шлифования построены и укрупненные нормативы на другие виды шлифования (плоское шлифование, шлифование резьбы, зубьев зубчатых колес и шлицев).

Обработка в одну установку нескольких деталей учитывается в конечном расчете штучного времени на одну деталь.

Характеристика шлифовальных кругов (в зависимости от допустимой шероховатости поверхности и материала обрабатываемой детали) и режимы резания, необходимые для настройки станков, даны в приложениях к нормативам.

Режимы резания определяют в следующем порядке.

Для круглого шлифования с продольной подачей определяют продольную минутную подачу, мм/мин, в зависимости от ширины круга и диаметра шлифования; поперечную подачу на ход стола, мм/ход, определяют в зависимости от продольной минутной подачи и требуемого квалитета (класса точности).

Для бесцентрового шлифования с продольной подачей в зависимости от припуска на диаметр дополнительно устанавливается число проходов.

Для плоского шлифования дополнительно учитывают ширину шлифования, т. е. в расчет принимают условную ширину шлифования, соответствующую поверхности без разрывов.

Пример нормирования операции, выполняемой на шлифовальном станке

Исходные данные: деталь — валик; материал детали — сталь 18ХНВА, HRC 22—30, длина шлифования $L_п = 145$ мм; диаметр заготовки $D_п = 30{,}5$ мм; припуск на диаметр $2П = 0{,}5$ мм. Квалитет $IT7$ (2-й класс точности), допустимая шероховатость обработанной поверхности $Rz = 0{,}63$. Масса детали 0,7 кг.

Содержание операции: круглое наружное шлифование с продольной подачей. Установка — в центрах с хомутиком, закрепленным на обработанной шейке меньшего диаметра, т. е. обработка выполняется со сбегом круга в обе стороны.

Оборудование: станок круглошлифовальный 3А151. Мощность двигателя шлифовального круга 7,8 кВт. Срок эксплуатации 8 лет. Число деталей в партии $n = 5$ шт.

Выполним нормирование этой операции с использованием общемашиностроительных нормативов [12 и 13].

Выбор характеристики круга и режима резания

При работе с продольной подачей (скорость круга $v_к = 50$ м/с обрабатываемый материал — сталь 18ХНВА, HRC 22—30, шероховатость поверхности $Rz = 0{,}63$; квалитет $IT7$) по карте 3 [12] выбираем круг с характеристикой 24А40С16-5К.

По карте 6 [12] диаметр шлифования до 32 мм; ширина круга $B_к = 50$ мм; частота вращения $n_п = 205$ об/мин; продольная минутная подача $s_м = 4420$ мм/мин; поперечная подача $s_{t\,х} = 0{,}0065$ мм/ход.

Поправочные коэффициенты на поперечную подачу:

1) от обрабатываемого материала и квалитета $K_{s_{t1}} = 1,0$;

2) от припуска на диаметр $K_{s_{t2}} = 1,0$;

3) от размера и скорости шлифовального круга $K_{s_{t3}} = 1,3$;

4) от способа шлифования и контроля размера $K_{s_{t4}} = 1,0$;

5) от формы поверхности и жесткости детали $K_{s_{t5}} = 1,0$.

С учетом поправочных коэффициентов $s_{tx} = 0,0065 \times 1,0 \times 1,3 \times 1,0 \times 1,0 = 0,0085$ мм/ход.

Поправочные коэффициенты на минутную подачу в зависимости от шероховатости поверхности $K_{s_{м1}} = 1,0$ и формы поверхности $K_{s_{м2}} = 1,0$.

Расчет основного времени

По карте 6 [13] $T_о = L2П/(s_м K_{s_м} 2 s_{tx} \times K_{s_{tx}} K_ж K_1)$. Коэффициент, зависящий от точности и жесткости станка (карта 2); $K_ж = 1,0$; коэффициент, зависящий от твердости круга С1 (карта 3, примечание 1), $K_1 = 1,0$.

Обращаем внимание на то, что в составляющих приведенной формулы нет продольной подачи в долях ширины шлифовального круга и коэффициента на «выхаживание» в числителе. Для расчета длины хода стола L, мм, следует использовать формулу

$$L = L_д - B_к + KmB_к = L_д - (1 - Km)\,B_к,$$

где K — коэффициент при сбеге круга в обе стороны $K = 2$, при сбеге круга в одну сторону $K = 1$, при обработке «закрытой» поверхности, т. е. без сбега круга $K = 0$; m — сбег круга в долях его ширины.

В данном случае $K = 2$, примем $m = 0,5$, тогда $L = 145 - (1 - 2 \times 0,5)\,50 = 145$ мм.

Основное время $T_о = 145 \times 0,5/(4420 \times 2 \times 0,0085) = 0,96$ мин.

Расчет вспомогательного времени

Поправочный коэффициент при длительности обработки партии деталей менее 0,25 рабочей смены [13, карта 1] $K_{t_в} = 1,52$.

Время на установку и снятие детали (карта 6, поз. 1ж) $t_{в. уст} = 0{,}26$ мин.

Время, связанное с обработкой поверхности (обработка цилиндрической поверхности с продольной подачей, наибольший диаметр детали, устанавливаемой на станке, до 360 мм, длина обрабатываемой поверхности до 200 мм, шлифование с измерением скобой жесткой, квалитет $IT7$) 0,49 мин (карта 34, поз. 29г).

Вспомогательное время с учетом коэффициента серийности: $T_в = (0{,}26 + 0{,}49)\ 1{,}52 = 1{,}14$ мин.

Расчет штучного времени

Время на техническое обслуживание рабочего места

$$T_{тех} = T_{пр} T_о / T,$$

где $T_{пр}$ — время на одну правку; по карте 45, поз. 3г при установке правящего инструмента на станке, правящем инструменте — алмазе, шероховатости поверхности 0,63, ширине круга до 80 мм $T_{пр} = 2{,}3$ мин; T — период стойкости круга по нормативам режимов резания; материал — электрокорунд, чистовое шлифование по квалитету $IT7$ (по 2-му классу точности), $T = 33$ мин.

$$T_{тех} = 2{,}3 \times 0{,}96/33 = 0{,}067 \text{ мин.}$$

Время на организационное обслуживание $a_{орг} = 1{,}0$ % (карта 45, лист 12).

Время перерывов на отдых и личные потребности (карта 45, поз. 3г) $a_{отл} = 5$ % от оперативного времени — поперечная подача ручная; оперативное время более 1,0 мин, масса детали до 1 кг, машинно-ручное время в оперативном $[T_о/(T_о + T_в)]\ 100 = [0{,}96/(0{,}96 + 1{,}14)]\ 100 = 40$ %.

Штучное время $T_ш = (0{,}9 + 1{,}14)\ [1 + (1 + 5)/100] + 0{,}067 = 2{,}162 + 0{,}067 = 2{,}23$ мин.

Подготовительно-заключительное время на партию деталей (карта 60) включает затраты по группам.

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений (поз. 1б) 10 мин.

II. На получение и сдачу инструмента и приспособлений (поз. 3) 7 мин.

III. Дополнительное время при установке шлифовального круга (поз. 7б) 6 мин.

Суммарное подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 10 + 7 + 6 = 23$ мин.

§ 15. НОРМИРОВАНИЕ МНОГОИНСТРУМЕНТНЫХ РАБОТ

Применение специального оборудования, рассчитанного на использование многоинструментных наладок, а также использование этих наладок на универсальном оборудовании — один из основных путей снижения оперативного времени, ибо многоинструментные наладки обеспечивают снижение как основного, так и вспомогательного времени.

Различают три вида работы инструментов в многоинструментных наладках:

1) последовательную; в этом случае основное время операции равно сумме основного времени по последовательным переходам;

2) параллельную, т. е. совмещение переходов во времени; в этом случае основное время равно времени наиболее длительного из совмещенных переходов;

3) смешанную (параллельно-последовательную); в этом случае инструменты в группе работают параллельно, а группы инструментов — последовательно.

Примером наладки первого вида может служить установка в поворотном резцедержателе токарного станка нескольких резцов или установка инструментов в револьверной головке. Примером второго вида наладки является одновременная обработка резцом в токарном суппорте и инструментом в револьверной головке токарно-револьверного станка. По третьему виду наладки работают фрезерно-центровальные станки, многосуппортные станки с раздельной работой суппортов и т. п.

Многоинструментные наладки применяют на различных станках. В зависимости от типа станка определение режимов резания имеет свои особенности, но есть и общие, единые правила.

Общемашиностроительные нормативы режимов резания [10] предусматривают в расчетах два основных этапа.

1. Расчет кинематических элементов режима резания (v, n, s) для отдельных групп инструментов, связанных общими кинематическими параметрами, т. е. расчет режима резания по каждой рабочей позиции.

2. Корректирование режима резания по позициям с целью выравнивания времени работы отдельных групп инструментов, кинематически не связанных между собой.

В зависимости от конструктивных особенностей станка второго этапа может и не быть.

Первый этап включает следующие расчеты:

1) определение рабочего и холостого ходов суппортов, головок или стола (в зависимости от типа станка);

2) определение нормативных подач на зуб, на оборот или минутной подачи, мм/мин;

3) определение периода стойкости лимитирующих инструментов с учетом коэффициента времени резания, числа инструментов в наладке и условий их работы;

4) расчет скоростей резания и частоты вращения с учетом принятой стойкости инструментов;

5) корректировка режимов резания по станку с учетом его кинематических и динамических возможностей; при этом расчетные значения элементов режимов резания не следует повышать более чем на 10—15 %;

6) расчет основного времени по окончательно принятой схеме наладки и режимам резания по данным станка.

Проверку режимов резания целесообразно проводить до расчета основного времени, так как при недостаточной эффективности мощности станка или недопустимости действующих сил неизбежно изменение режимов резания, что приведет к изменению основного времени.

Инструктивные указания по расчету режимов резания при многоинструментной обработке по видам работ в нормативах [10] содержат последовательность определения режимов резания, источники к расчету или расчетные формулы, исходные данные для расчетов.

Рассмотрим порядок определения коэффициента времени резания λ, который не нужно было находить при расчетах одноинструментной обработки.

При одноинструментной обработке период стойкости инструмента T выражают в минутах резания (машинной работы), т. е. $T = T_м$. При многоинструментной обработке время, в течение которого инструмент непосредственно совершает резание, может быть меньше времени хода инструмента на рабочей подаче.

Коэффициент времени резания λ для каждого инструмента определяют как отношение пути, в течение которого совершается резание $L_{рез}$, к пути инструмента на рабочей подаче $L_{р.х}$, т. е. $\lambda = L_{рез}/L_{р.х}$, где $L_{рез} = l + l_1$ (как при одноинструментной обработке), а $L_{р.х} = l + l_1 + l_{доп}$, где $l_{доп}$ — дополнительный путь в зависимости от особенностей наладки станка и конфигурации деталей.

Период стойкости каждого инструмента T в минутах резания, по которому корректируют расчетную скорость резания, определяют по формуле $T = T_м \lambda$, где $T_м$ — период стойкости в минутах машинной работы для лимитирующих инструментов.

Если по расчету коэффициент времени резания $\lambda > 0,7$, то его рекомендуют принимать равным единице, в этом случае стойкость инструмента $T = T_м$ аналогична стойкости при одноинструментной обработке.

Стойкость инструмента в минутах машинной работы станка приведена в названных выше «Инструктивных указаниях» [10].

При многопозиционных наладках дополнительно выполняют корректировку режимов резания по позициям с учетом машинного времени наиболее загруженной позиции. Корректировку проводят в основном за счет снижения частоты вращения (скорости резания), причем для инструментов с пластинками из твердого сплава не следует проектировать скорости резания менее 45 м/мин.

При проектировании режимов резания для токарно-револьверных станков даже при последовательной работе инструментов расчет ведется как на многоинструментную обработку с тем, чтобы по возможности исключить затраты вспомогательного времени на изменения частоты вращения или подачи между переходами. Это особенно необходимо при малых размерах обрабатываемых поверхностей, т. е. при малом значении машинного времени на переходы.

Для сверлильных станков с многошпиндельной головкой следует принимать единую минутную подачу — меньшую из допустимых по отдельным инструментам. Для фрезерных станков после расчета единой минутной подачи, т. е. скорости движения стола, мм/мин, необходимо проверить фактическую подачу на зуб фрезы для каждой фрезы в наладке. Полученная подача на зуб не должна быть больше нормативной, но и не должна быть меньше минимально нормативной, так как в этом случае зуб фрезы будет не резать, а соскабливать металл, что вызовет повышенный износ зуба.

На многопозиционных станках при наличии загрузочной позиции время на установку и снятие детали перекрываемое, его в расчет оперативного времени не включают; учитывают только время на делительный поворот стола.

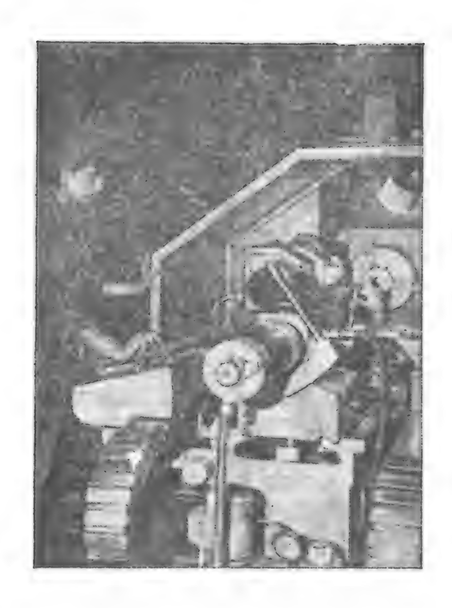


Рис. 9. Рабочий управляет станком с ЧПУ

Одним из основных средств решения задачи повышения производительности труда является применение станков с ЧПУ. Опыт их применения показал, что использование общемашиностроительных нормативов для нормирования работ на этих станках не обеспечивает их высокопроизводительной работы.

Различным моделям станков с ЧПУ присущи специфичные особенности, связанные с их конструкцией (рис. 9). Нормативы времени и режимов резания для станков с программным управлением [14] рассчитаны для нормирования работ при обслуживании рабочим одного станка, при нормировании многостаночного обслуживания необходимы дополнительные расчеты (см. § 10).

Возрастающее применение станков с ЧПУ и иных конструкций станков, обеспечивающих частичную, значительную или полную автоматизацию, заставляет подходить к вопросам нормирования с несколько иных позиций.

Станки с ЧПУ существенно изменяют работу нормировщика: проектирование специализированных станков, как правило, требует одновременного определения не только режимов резания, т. е. основного (машинного) времени, но и детальной разработки всех элементов вспомогательной работы — необходимых вспомогательных устройств, определяющих время вспомогательных действий при их автоматизации, т. е. полное время выполнения операции (в большинстве случаев называемое циклом) должно быть установлено еще в стадии проектирования оборудования и технологического процесса.

Автоматизация оборудования существенно отражается на его стоимости. Обеспечение бесперебойной работы авто-

матизированных станков достигается выполнением ряда требований.

Стабильная работа станка должна обеспечиваться высококачественным режущим инструментом (материал режущей части, конструкция инструмента, обеспечение точной и сравнительно быстрой наладки, для чего в большинстве случаев используются специальные наладочные устройства и вспомогательные инструменты).

При автоматизации станка особое значение приобретают дробление стружки и ее уборка, в частности нередко приходится применять инструмент с геометрией или конструкцией, определяемых не по оптимальному режиму, а по обеспечению дробления стружки.

Пример управляющей программы и нормирование операции фрезерования окна на станке с ЧПУ приведен в справочнике [28].

Рассмотрим последовательность и особенности нормирования работ на станках с ЧПУ на примере сверлильной операции по исходным данным примера из § 9.

Выбор станка в конкретных производственных условиях ограничен имеющимся в наличии оборудованием. В зависимости от марки станка и его технической характеристики осуществляется корректировка режимов резания по данным станка.

Установка, закрепление, открепление и снятие обработанной детали полностью зависят от конструкции применяемых на станке дополнительных устройств. Для конкретных расчетов примем — установка детали вручную в тиски с пневмозажимом.

Подача [14, карта 31] (I группа подач, диаметр до 30 мм) $s = 0{,}60 \dots 0{,}84$ мм/об. Поправочные коэффициенты в зависимости от отношения длины отверстия к диаметру ($L/D = 3$) $K_1 = 1$; от материала инструмента [Р6М5 (Р18)] $K_и = 1$. При экономической и технологической целесообразности возможно применение сверла, оснащенного пластинкой из твердого сплава ВК8, тогда $K_и = 0{,}8$. В этом случае подача $s = 0{,}48 \dots 0{,}67$ мм/об.

Скорость резания (карта 36, лист 1) $v = 16{,}5$ м/мин [сверло из стали Р6М5 (Р18), НВ 197—269, подача до 0,71 мм/об]. Для сверла из стали Р6М5 (Р18) поправочные коэффициенты K равны 1. Для сверла с пластинкой из твердого сплава ВК8 $K = 2{,}5$, поэтому $v = 41{,}3$ м/мин.

Частота вращения сверла из стали Р6М5 (Р18): $n = 1000 \times 16,5/(\pi \times 28) = 190$ об/мин; средняя минутная подача $s_{\text{м. ср}} = s_{\text{ср}} n = [(0,60 + 0,84)/2]\, 190 = 137$ мм/мин. Частота вращения сверла с пластинкой из твердого сплава ВК8 $n = 1000 \times 41/(\pi \times 28) = 466$ об/мин; $s_{\text{м. ср}} = [(0,48 + 0,67)/2]\, 466 = 268$ мм/мин.

Принятый по станку режим резания с учетом возможного варьирования по стойкости инструмента должен укладываться в расчетные пределы.

Для дальнейшего расчета примем материал сверла сталь Р6М5 (Р18). Величину врезания и перебега l_1 принимаем равной 16 мм, длину обрабатываемого отверстия — $l = 90$ мм.

Основное время: $T_{\text{о}} = (90 + 16)/137 = 0,77$ мин.

Для расчета штучного времени на станках с ЧПУ применяется формула следующего вида:

$$T_{\text{ш}} = \left(T_{\text{а}} + K_{t_{\text{в}}} T_{\text{в. н}}\right)(1 + K/100),$$

где $T_{\text{а}}$ — время автоматической основной работы станка по программе, составленной технологом-программистом на основе нормативов режимов резания и паспортных данных станка и времени вспомогательной работы станка по программе; $T_{\text{в. н}}$ — время выполнения ручной вспомогательной работы, неперекрываемое временем автоматической работы станка.

Время автоматической работы станка

$$T_{\text{а}} = T_{\text{о. а}} + T_{\text{в. а}};$$

где $T_{\text{о. а}}$ — сумма времени обработки отдельных технологических участков, т. е. сумма отношений длины пути, проходимого инструментом или деталью в направлении подачи при обработке технологического участка (с учетом врезания и перебега) к минутной подаче на данном участке; $T_{\text{в. а}}$ — время вспомогательной работы; $T_{\text{в. а}} = T_{\text{х}} + T_{\text{ост}}$; здесь $T_{\text{х}}$ — время автоматической вспомогательной работы: на подвод детали или инструментов от исходных точек в зоны обработки и их отвод, установку инструмента на размер, изменение величины и направления подачи; $T_{\text{ост}}$ — время технологических пауз-остановок механизма подачи и вращения шпинделя для проверки размеров, осмотра или смены инструмента, перезакрепления детали.

Время вспомогательной ручной работы, не перекрываемое временем автоматической работы:

$$T_{в. н} = T_{в. у} + T_{всп} + T_{в. и},$$

где $T_{в. у}$ — вспомогательное время на установку и снятие детали; $T_{всп}$ — вспомогательное время, связанное с выполнением операции; $T_{в. и}$ — вспомогательное неперекрываемое время на измерения.

При установке детали вручную массой до 8 кг в тиски с пневмозажимом [14, карта 6, поз. 4] $T_{в. у}$ = 0,25 мин.

Время на управление станком (карта 8):

поз. 1 — включить станок, выключить — 0,04 мин;

поз. 2 — открыть заградительный щиток и закрыть — 0,03 мин;

поз. 3 — включить пульт лентопротяжного механизма, выключить — 0,03 мин;

поз. 4 — продвинуть перфоленту в исходное положение — 0,25 мин;

поз. 5 — установить координаты x, y (время на 100 мм) — 0,1 мин;

поз. 6 — ввести коррекцию (время на один корректор) — 0,04 мин;

перемотка перфоленты (ручная, длина 4 м) — 1 мин.

Всего на управление станком — 1,45 мин.

Время на контрольные измерения — перекрываемое.

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности нормируется по карте 10 [14] и равно 10—12 % от оперативного времени в зависимости от группы станка по наибольшему диаметру просверливаемого отверстия.

Подготовительно-заключительное время (карта 12) подразделяется на две группы.

I. Время на организационную подготовку:

поз. 1 — получить наряд, чертеж, технологическую документацию, программоноситель, режущий инструмент, заготовки до начала и сдать их после окончания обработки партии (в зависимости от места получения и группы станка) — 4—7 мин;

поз. 2 — ознакомиться с работой, чертежом, технической документацией, осмотреть заготовки — 2—3 мин;

поз. 3 — инструктаж мастера — 3 мин.

II. На наладку станка, инструмента и приспособлений:

поз. 4 — установить и снять тиски — 3—4 мин;

поз. 5 — установить и снять инструменты (время на один инструмент) — 1,0—1,5 мин;

поз. 6 — установить исходные режимы работы (время на одно измерение) — 0,5 мин;

поз. 7 — установить программоноситель в считывающее устройство и снять — 1,0 мин.

Суммарное $T_{пз} = 14{,}5\ldots20$ мин.

В зависимости от конкретных технологических условий к подготовительно-заключительному времени добавляется время на пробный проход или пробное изготовление детали.

В случае применения робота, работающего со станком с ЧПУ в едином программном режиме, т. е. как единый технологический модуль ГПС, оперативное время определяется циклом обработки на основе построения циклограммы работы модуля.

Пример нормирования многоинструментной обработки

Пронормируем операцию сверление — зенкерование — развертывание отверстия (см. § 9) при условии выполнения ее на специализированном агрегатном станке с четырехпозиционным поворотным столом, одна позиция загрузочная. Время делительного поворота стола 0,1 мин. Эскиз обработки приведен на рис. 10 [9].

Определение режима резания и расчет основного времени

Для сравнительного анализа используем те же нормативы [10]. Расчет необходимо осуществлять в следующем порядке.

1. Наибольший ход имеет шпиндель, выполняющий развертывание, так как в этом переходе наибольшая величина врезания и перебега $l_1 = 19$ мм. С учетом особенностей конструкции станка примем $l_{доп} = 11$ мм. Тогда длина рабочего хода $L_{р.х} = l + l_1 + l_{доп} = 90 + 19 + 11 = 120$ мм.

2. Ориентировочно назначим единую минутную подачу. По ранее выполненным расчетам (см. с. 104) минимальная (лимитирующая) минутная подача — при сверлении: $s_м = s \times n = 0{,}4 \times 350 = 140$ мм/мин.

3. Определим периоды стойкости инструментов [10, табл. 1]: при $D = 30$ мм и трех инструментах в наладке $T_ф = 120$ мин. Нормативная стойкость для одноинструментной обработки [10, табл. 2]: для сверла $D = 28$ мм

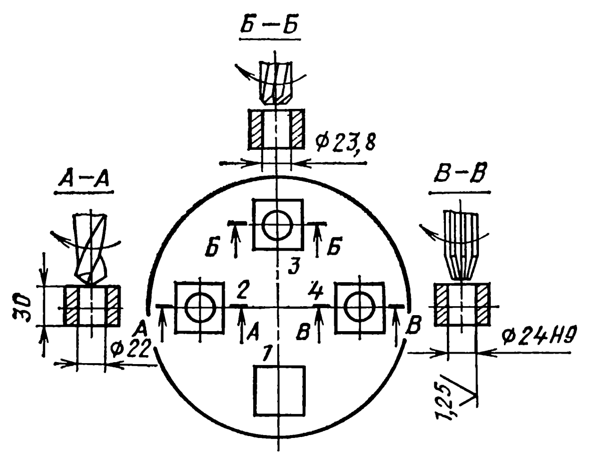


Рис. 10. Эскиз многоинструментной обработки (размеры для варианта расчета)

из стали Р6М5 (Р18) стойкость $T_н = 50$ мин, для зенкера с пластинкой из твердого сплава ВК8 $T_н = 40$ мин. Поправочные коэффициенты на скорость резания для сверла при отношении $T_ф/T_н = 120/50 = 2,4$ [10, табл. 3] $K_{Tv} = (0,87 + 0,76)/2 = 0,8$; для зенкера $T_ф/T_н = 120/40 = 3$, $K_{Tv} = 0,76$.

Для развертки с пластинкой из твердого сплава принимаем скорость резания по технологическим требованиям независимо от периода стойкости [10, с. 10, п. 2].

4. Рассчитаем скорости резания: при сверлении (карта 47) $v = v_н K_{Tv} = 27,5 \times 0,8 = 22$ м/мин (s_1 до 0,5 мм/об); при зенкеровании (карта 76) $v = 77 \times 0,76 = 59$ м/мин (s_2 до 0,7 мм/об); при развертывании (карта 81) $v = 60$ м/мин (s_3 до 1,3 мм/об).

5. Рассчитаем частоту вращения $n = 1000v/(\pi D)$: при сверлении $n_1 = 1000 \times 22/(\pi \times 28) = 250$ об/мин, при зенкеровании $n_2 = 1000 \times 59/(\pi \times 30) = 626$ об/мин, при развертывании $n_3 = 1000 \times 60/(\pi \times 30) = 637$ об/мин.

Сопоставим минутные подачи: $s_{м1} = s_1 n_1 = 0,5 \times 250 = 125$ мм/мин, $s_{м2} = 0,7 \times 626 = 438$ мм/мин, $s_{м3} = 1,3 \times 637 = 828$ мм/мин. Как и предполагалось, лимитирующей является подача при сверлении $s_{м1} = 125$ мм/мин. Кроме того, при принятом варианте технологического процесса применение инструмента с пластинкой из твердого сплава оказалось практически нецелесообразным.

По условиям совмещения переходов расчетная частота вращения зенкера $n_2 = s_м/s_2 = 125/0,7 = 180$ об/мин. Аналогично для развертки $n_3 = 125/1,25 = 100$ об/мин.

Фактическая скорость резания: $v_2 = \pi D n_2/1000 = \pi \times \times 30 \times 180/1000 = 17$ м/мин, $v_3 = \pi \times 30 \times 100/1000 = = 9$ м/мин, что показывает возможность выполнения всех трех переходов инструментами из быстрорежущей стали.

6. Рассчитаем основное время $T_o = L_{р.х}/s_м = = 120/125 = 0,96$ мин $\approx 1,0$ мин.

Сопоставление с первым вариантом выполнения сверлильной операции (суммарное основное время на операцию $T_o = 1,11$ мин) показывает, что основное время уменьшилось незначительно, это объясняется увеличением основного времени сверления за счет снижения режима резания при многоинструментной обработке с целью повышения стойкости инструмента, причем основное время зенкерования и развертывания сравнительно мало (соответственно 0,22 и 0,13 мин).

Сопоставление основного времени по всем трем переходам подсказывает еще один вариант выполнения операции: первый переход — сверление — разделить на две позиции, т. е. применить четырехшпиндельную головку и пятипозиционный стол. В этом случае основное время можно уменьшить вдвое, но при зенкеровании и развертывании необходимо обеспечить соответственное увеличение минутной подачи. Это конструктивно возможно, но целесообразность данного варианта в основном будет зависеть от общего объема производства деталей на данной операции.

Для подбора агрегатной головки кроме указанных выше режимов резания (частоты вращения и подач) необходимо определить силу подачи и мощность, потребную на резание.

По карте 49 (чугун серый НВ 230, s до 0,53 мм/об, $v = 20$ м/мин, D до 30 мм) $N = 2,3$ кВт. Данных о силе подачи при сверлении в нормативах [10] нет, но силу подачи P можно определить через допустимую подачу по приложению 13 (заточка ДП, s до 0,6 мм/об, $D = = 30$ мм, НВ свыше 210) $P = 9,8$ кН (1000 кгс).

По карте 77 (НВ до 269, t до 1 мм, s до 0,78 мм/об, $D = 30$ мм) для зенкера с пластинкой из твердого сплава (при $v = 60$ м/мин) $N = 2,5$ кВт; для зенкера из быстрорежущей стали Р6М5 (Р18) при $v = 20$ м/мин $N = = 0,9$ кВт. Этими данными следует руководствоваться

при подборе агрегатной головки; действующую силу подачи и мощность при развертывании обычно во внимание не принимают.

Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время на установку и снятие детали при расчете оперативного времени не учитывают, так как при наличии загрузочной позиции это время перекрываемое. Необходимо учесть время на делительный поворот стола (0,1 мин) и время на вспомогательный (обратный) ход головки. Скорость этого хода шпиндельной головки [13, приложение 13] $v_{в.\,х} = 7{,}0$ м/мин. Тогда $t_{о.\,х} = L_{р.\,х}/v_{в.\,х} + (0{,}02 \ldots 0{,}04) = 120/7000 + 0{,}03 = 0{,}05$ мин. Вспомогательное время на операцию $T_в = 0{,}1 + 0{,}05 = 0{,}15$ мин.

Расчет штучного времени

Время на обслуживание рабочего места (карта 45) $a_{обс} = 4$ % от оперативного времени. Время перерывов на отдых и личные потребности (карта 46) $a_{отл} = 4$ %.

Штучное время $T_ш = (T_о + T_в)$ $[1 + (a_{обс} + a_{отл})/100] = (1{,}0 + 0{,}15)$ $[1 + (4 + 4)/100] = 1{,}24$ мин.

Экономия штучного времени по сравнению с первым вариантом операции сверления ($T_ш$ = 3,36 мин): $[(3{,}36 - 1{,}24)/3{,}36] \times 100 = 63$ %; при втором варианте (суммарное $T_ш$ = 2,62 мин): $[(2{,}62 - 1{,}24)/2{,}62]$ $100 = 53$ %.

§ 16. НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА ПРИ МНОГОСТАНОЧНОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

Под многостаночным обслуживанием понимают такую организацию рабочего места, когда один рабочий (бригада рабочих) обслуживает несколько единиц оборудования (станков). Если многоинструментная обработка повышает использование оборудования, увеличивая выпуск продукции с единицы оборудования, то многостаночное обслуживание создает условия для увеличения выпуска продукции на одного рабочего.

Совершенствование структуры технологических операций за счет сокращения затрат вспомогательного времени приводит к снижению доли вспомогательного времени в оперативном, что является одной из предпосылок

использования многостаночного обслуживания. В массовом и крупносерийном производстве многостаночное обслуживание уже получило довольно широкое распространение, но возможности этого метода в серийном производстве используются еще совершенно недостаточно.

Чем выше степень автоматизации применяемых новейших станков, тем больше создается предпосылок для многостаночного обслуживания. Если же типаж станков и их расположение на участке делает целесообразным применение бригадного метода обслуживания, то эффективность многостаночного обслуживания прогрессивно возрастает (особенно, если члены бригады имеют навыки обслуживания различного оборудования). Высокоавтоматизированные станки обычно содержат в своей конструкции типовые узлы: механические, пневматические, гидравлические, с элементами микроэлектроники и т. п. В этом случае особенно целесообразно комплектовать бригаду из наладчиков механической части, гидравлики, пневматики и т. д.

При использовании станков с ЧПУ, как правило, обеспечивается снижение затрат времени по всем нормируемым категориям, т. е. сокращается цикл обработки, хотя иногда и возрастают затраты подготовительно-заключительного времени и времени технического обслуживания.

Нередко операции, связанные с переналадкой или подналадкой станков (т. е. техническое обслуживание), выносят в первую смену, если надежность оборудования и его наладки обеспечивает возможность нормальной работы второй и третьей смены (что особенно целесообразно при дорогостоящем оборудовании), когда количество обслуживающего персонала сводится к минимуму, необходимому в случаях исключительных ситуаций.

Каковы же основные предпосылки к введению многостаночного обслуживания? Прежде чем ответить на этот вопрос, введем некоторые новые понятия.

В условиях, когда рабочий обслуживает один станок, при нормировании необходимо определить основное (технологическое) время T_0. Для большинства станочных работ это время машинное $T_м$, но если в операции есть переходы, выполняемые при непосредственном участии рабочего (сверление или снятие фасок с ручной подачей и т. п.), то обычно на занятость рабочего в это время обращают мало внимания, так как рабочий фактически на-

блюдает за работой станка, даже если в этом нет необходимости.

При расчетах, связанных с многостаночным обслуживанием, требуется знать время занятости рабочего при обслуживании одного станка или каждого из предполагаемых к обслуживанию станков, выполняющих различные операции. Это время (часто его не очень удачно называют «ручное» время) должно учитывать все затраты времени рабочего, т. е. вспомогательное неперекрываемое время $t_{в. н}$, которое определяют и при нормировании работы на одном станке; вспомогательное перекрываемое время $t_{в. п}$, которое при работе на одном станке обычно не учитывают, так как оно не увеличивает оперативное время; время, необходимое для наблюдения за автоматической работой станка $t_{а. н}$; время на переход от одного станка к другому $t_{пер}$. При определении $t_{а. н}$ следует иметь в виду, что рабочий, включив станок, должен убедиться, что инструменты нормально начали обработку, включилось охлаждение, если оно предусмотрено, и т. п.

Сумма перечисленных затрат времени и определяет время занятости рабочего при обслуживании данного станка:

$$T_{зан} = t_{в. н} + t_{в. п} + t_{а. н} + t_{пер}.$$

На обслуживание другого или других станков рабочий может затратить столько времени, сколько станок может работать без всякого участия рабочего полностью на автоматическом режиме. Это время будет меньше машинного на сумму последних трех слагаемых в приведенной выше формуле. Такое время принято называть свободным машинным временем:

$$T_{м. с} = T_{м} - (t_{в. п} + t_{а. н} + t_{пер}).$$

После его определения можно установить возможность (или невозможность) многостаночного обслуживания: оно возможно, если свободное машинное время одного станка $T_{м. с}$ больше (по крайней мере, равно) суммы времени занятости рабочего на остальных, предполагаемых к обслуживанию станках.

Необходимо ввести еще одно понятие: станки, которые предполагается рассматривать как одно рабочее место, могут быть одинаковыми и выполнять одинаковые операции — так называемые станки-дублеры. Но в ряде случаев, особенно при расположении оборудования по

технологической цепочке, станки, предполагаемые к многостаночному обслуживанию, могут быть разными или одинаковыми, но выполняющими разные операции. Например, первый станок токарно-револьверный, на нем выполняют обработку отверстия и обработку одного торца детали, второй станок токарно-многорезцовый, на нем выполняют черновое обтачивание; третий станок аналогичен второму, но на нем выполняют чистовое обтачивание деталей.

В первом случае (при станках-дублерах) число станков, которое может обслуживать один рабочий, определяют по формуле

$$m \leqslant (T_{м.\,с} + T_{зан})/T_{зан} = T_{м.\,с}/T_{зан} + 1.$$

Округление до целых чисел следует проводить в меньшую сторону.

Если $T_{м.\,с}/T_{зан}$ — целое число, то рабочий занят полностью, что вообще не рекомендуется, так как всегда возможны задержки в обслуживании того или иного станка и рабочий в этом случае не успеет подойти к очередному станку до окончания его работы и станки будут простаивать. Степень занятости рабочего принято выражать коэффициентом занятости, т. е. $K_з = \sum T_{зан}/T_ц$, при этом свободное время рабочего $T_{св} = T_ц - \sum T_{зан}$.

Продолжительность цикла, т. е. время, в течение которого рабочий полностью выполнит повторяющиеся работы на всех обслуживаемых станках:

$$T_ц = T_{м.\,с} + T_{зан} = (T_о + t_{в.\,п})\,K_с,$$

где $K_с$ — коэффициент совпадения времени занятости рабочего на одном из станков с остановкой других станков ($K_с \geqslant 1$).

Принятое значение коэффициента занятости $K_з$ лежит в основе расчета возможности многостаночного обслуживания. Практика показывает, что целесообразно допускать значение суммарного коэффициента занятости до 0,85, т. е. около 15 % времени рабочего следует проектировать как свободное. Если станки в группе имеют различные значения оперативного времени, то продолжительность цикла будет равна оперативному времени наиболее загруженного станка, остальные станки будут иметь запланированные простои. В этом случае целесообразно соответственно снижать режимы резания, чем обеспечи-

вается повышение стойкости применяемых на этих станках режущих инструментов. Если группировка станков с целью многостаночного обслуживания не связана с последовательностью операций в технологическом процессе, то по возможности следует сгруппировать станки с примерно равным оперативным временем.

В отдельных случаях, когда из-за недостатка рабочих невозможно обеспечить нормальное исполь'ование всех станков, допускают такую группировку станков, при которой суммарная расчетная занятость рабочего больше оперативного времени наиболее загруженного станка. Продолжительность цикла в этом случае равна суммарному времени загруженности рабочего, но даже наиболее загруженный станок будет иметь запланированные простои.

Все сказанное справедливо для случаев, когда действия рабочего по обслуживанию каждого станка выполняются в конце операции и последовательно в ее начале, т. е. рабочий должен подходить к каждому станку один раз в течение цикла.

В более сложных случаях, когда необходимы какие-либо действия рабочего у станка, например, в середине выполняемой операции, детальное проектирование многостаночного обслуживания чаще всего выполняют путем разработки графика-маршрута рабочего-многостаночника, на котором в принятом масштабе изображены все элементы затрат времени по каждому станку и последовательность обслуживания рабочим этих станков в графическом (масштабном) выражении времени занятости рабочего около каждого станка. Такой график наглядно выявляет как последовательность движения (маршрут) рабочего, так и наличие у него свободного времени, а также все неизбежные (запланированные) простои станков.

Порядок расчета штучного времени при многостаночном обслуживании в основном аналогичен ранее рассмотренным случаям, но процентные надбавки к оперативному времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности несколько выше; они приведены в соответствующих нормативах.

Нормы выработки можно рассчитывать по штучному времени, но при условии, когда размеры партии близки или кратны сменной выработке. Норму выработки целесообразно определять через число циклов в смену. Для этого следует рассчитать время обслуживания рабочего

места и время на отдых и личные потребности в минутах в смену, тогда число циклов в смену

$$K_ц = [T_{см} - (T_{обс} + T_{отл})]/T_ц,$$

где $T_{см}$ — сменный фонд времени, мин (продолжительность смены); $T_{обс}$ — время на обслуживание рабочего места за смену, мин; $T_{отл}$ — время на отдых и личные потребности за смену, мин.

Если предусмотрены затраты подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$ в течение сменного времени рабочего, то это время также необходимо учесть при расчете числа циклов в смену.

Внедрение многостаночного обслуживания обычно требует проведения дополнительных мероприятий, а именно: перепланировки размещения оборудования, обеспечивающей удобство его обслуживания, в частности наименьшую протяженность общего маршрута рабочего; организации четкого обслуживания рабочего места, обеспечивающей бесперебойность работы (доставку заготовок, инструментов и т. п.); организации местной сигнализации для быстрой связи рабочего места со вспомогательными службами. В некоторых случаях возникает необходимость овладения рабочими смежными профессиями, если станки в группе разного типа.

Нормативные материалы для нормирования многостаночного обслуживания содержат: коэффициенты занятости рабочего на операциях; средние значения числа станков, обслуживаемых одним рабочим-оператором; поправочный коэффициент, зависящий от совпадения окончания машинной работы на одном станке с временем занятости рабочего на другом станке; поправочные коэффициенты на скорость резания при многостаночном обслуживании; время на обслуживание рабочего места; время перерывов на отдых и личные потребности.

Использование этих данных значительно облегчает и ускоряет все расчеты по многостаночному обслуживанию.

Пример нормирования работ при многостаночном обслуживании

Первоначально проверим возможность многостаночного обслуживания при выполнении ранее нормированных операций. Для расчетов возможности многостаночного обслуживания необходимо кроме обычных

данных знать суммарное время занятости рабочего на одном станке $T_{зан}$, определенное по приведенной выше формуле (см. с. 151). Следует учитывать, что время наблюдения за автоматической работой станка $t_{а.н}$ в нормативах обычно рекомендуют устанавливать в размере 5 % от основного времени; а время на переход рабочего от одного станка к другому $t_{пер}$ обычно принимают 0,015—0,016 мин на 1 м расстояния между станками.

Расчет основного и вспомогательного времени

Выполним соответствующие расчеты основного и вспомогательного времени применительно к следующим операциям.

1. *Токарная операция.* Для операции «обтачивание торца» $T_о = 1{,}22$ мин, $T_в = 0{,}63$ мин. С учетом указанных выше соотношений (примем расстояние между станками 3 м) $T_{зан} = 0{,}63 + 0{,}05 \times 1{,}22 + 0{,}016 \times 3 = 0{,}74$ мин. Свободное машинное время, т. е. та часть машинного времени, в течение которого станок может работать без всякого участия рабочего: $T_{м.с} = T_м - T_{в.пер} = 1{,}22 - 0{,}11 = 1{,}11$ мин.

В данном расчете $T_{в.пер}$ включает $t_{а.н} = 0{,}05 \times 1{,}22 = 0{,}06$ мин и $t_{пер} = 0{,}016 \times 3 \approx 0{,}05$ мин. Число станков, которое может обслужить один рабочий, $m = T_{м.с}/T_{зан} + 1 = 1{,}11/0{,}74 + 1 \approx 2$ станка, т. е. за время свободной машинной работы первого станка с учетом перекрываемого времени рабочий может обслужить второй станок-дублер, затратив на это 0,74 мин; свободное время рабочего $T_{св} = T_{м.с} - T_{зан} = 1{,}11 - 0{,}74 = 0{,}37$ мин.

Степень занятости рабочего $K_{зан}$ принято выражать в процентах: $K_{зан} = [2T_{зан}/T_о + T_в)]\,100 = [2 \times 0{,}74/(1{,}22 + 0{,}63)]\,100 = 80$ %.

2. *Сверлильная операция.* По варианту обработки в одну установку, в три перехода, со сменой инструментов и режимов резания эта операция для многостаночного обслуживания не пригодна, так как затраты вспомогательного времени необходимы и в начале операции, и несколько раз в середине, и в конце операции. При выделении первого перехода — сверление — в отдельную операцию проведенное нормирование дало следующие результаты: $T_о = 0{,}76$ мин, $T_в = 0{,}55$ мин. $T_{м.с} = 0{,}76 - 0{,}05 \times 0{,}76 - 0{,}05 = 0{,}67$ мин; $T_{зан} = 0{,}55 + 0{,}05 + 0{,}05 = 0{,}65$ мин. Многостаночное обслуживание теоретически возможно,

однако степень занятости рабочего практически равна 100 %, что, вероятно, будет приводить к некоторым простоям станков-дублеров. Такой вариант может быть приемлем при недостатке рабочей силы: работая на двух станках, даже при условии частичного их простоя рабочий изготовит больше деталей, чем на одном станке, но при условии большого простоя второго станка.

3. *Фрезерная операция.* Расчет времени на данной операции дал следующие результаты: $T_о = 1,24$ мин, $T_в = 1,25$ мин. Для обеспечения возможности многостаночного обслуживания на этой операции необходимо уменьшать вспомогательное время на установку и снятие детали, например использовать специальное приспособление с гарантированной точностью установки детали, с механизированным зажимом. Если же производственная программа по данной операции обеспечивает экономичность применения многоместного приспособления, то в этом случае можно достигнуть поставленной цели за счет увеличения основного времени.

4. *Зубофрезерная операция.* При обработке по четыре детали: $T_о = 12,06$ мин, $T_в = 1,54$ мин, $T_ш = 3,69$ мин. Выполним по этим исходным данным подробный расчет многостаночного обслуживания с использованием методических указаний и нормативов времени для нормирования многостаночных работ [25, приложение 6].

По табл. 1 коэффициент занятости $K_{зан} = 0,16$ (расстояние между станками 3 м, $T_в$ до 2 мин, $T_о$ до 15 мин).

По табл. 2 для $K_{зан} = 0,2$ число одновременно обслуживаемых станков $q = 4$.

По табл. 4 поправочный коэффициент на скорость резания $K_v = 0,75$ (станки обслуживает рабочий-оператор; работы зубофрезерные, обрабатываемый материал — сталь). Ранее при нормировании этой операции была установлена частота вращения фрезы $n_ф = 127$ об/мин. С учетом поправочного коэффициента $n_ф = 127 \times 0,75 = 95$ об/мин, по паспорту станка $n_ф = 101$ об/мин. Изменится основное время: $T_{о\,(q)} = Lz/(nsK) = 179,8 \times 33/(101 \times 2 \times 2) = 14,69$ мин. Проверим величину $K_{зан}$ расчетом по формуле $K_{зан} = (1,54 + 0,05 \times 14,69 + 0,05)/(14,69 + 1,54) = 0,14$.

По табл. 3 при работе на станках-дублерах коэффициент совпадения начала и окончания машинной работы $K_с = 1$.

Время на обслуживание рабочего места по табл. 5 $a_{обс} = 11$ % (подналадка станков осуществляется наладчиком).

Время перерывов на отдых и личные потребности $a_{отл} = 6$ % (табл. 6) — масса деталей до 5 кг, занятость при обслуживании четырех станков $K_{зан} = 0,14 \times 4 = 0,56$, оперативное время свыше 10 мин.

Расчет штучного времени

Норма времени на операцию: $\tau = [(T_о + T_в)/m] \times K_с\ [1 + (a_{обс} + a_{отл}/)100] = [(14,69 + 1,54)/(4] \times 1 \times [1 + (11 + 6)/100] = 4,75$ мин (на четыре детали). Штучное время $T_ш = \tau/q = 4,75/4 = 1,19$ мин (на одну деталь).

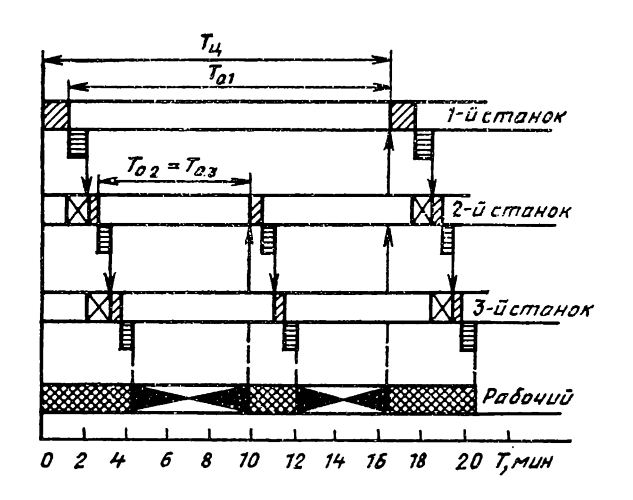
Практически при условии квалификации рабочего, достаточной для обслуживания как зубофрезерного, так и зубодолбежного станков, целесообразно запроектировать обслуживание одного зубофрезерного и двух зубодолбежных станков, на которых выполняется чистовая обработка колес после зубофрезерования.

Ранее, при нормировании зубодолбежной операции, расчетное число двойных ходов $n = 314$ дв. ход/мин; поправочный коэффициент на скорость резания при зубодолбежных работах и многостаночном обслуживании [25, табл. 49] $K_v = 0,97$. С учетом этого коэффициента $n = 314 \times 0,97 = 305$ дв. ход/мин. Следовательно, принятое по паспорту станка действительное число двойных ходов (255) остается без изменений. Без изменений также остаются величины $T_о = 6,83$ мин, $T_в = 0,66$ мин.

Ранее приведенные значения основного и вспомогательного времени при зубофрезеровании $T_о = 14,69$, $T_в = 1,54$ мин показывают, что сочетание на одном рабочем месте одного зубофрезерного и двух зубодолбежных станков вполне целесообразно.

Выполним полный расчет многостаночного обслуживания по этому варианту. Исходные данные к расчету следующие. Для зубофрезерного станка $T_о = 14,69$ мин, $T_в = 1,54$ мин. Время цикла принимаем по зубофрезерному станку, т. е. по большей величине $T_{оп}$, $T_ц = T_о + T_в = 14,69 + 1,54 = 16,23$ мин. Коэффициент занятости $K_{зан} = 0,15$. Время занятости $T_{зан} = 1,54 + 0,05 \times 14,69 + 0,016 \times 3 = 2,32$ мин.

Для зубодолбежного станка $T_о = 6,83$ мин; $T_в = 0,66$ мин; $T_{оп} = 7,49$ мин. Время занятости на зубо-



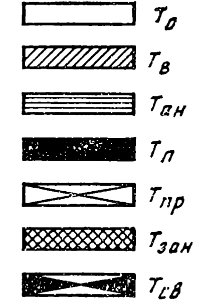


Рис. 11. График многостаночного обслуживания:

$T_о$ — основное время; $T_в$ — вспомогательное время; $T_{ан}$ — время активного наблюдения; $T_п$ — время на переход к другому станку; $T_{пр}$ — время простоя станка; $T_{зан}$ — время занятости рабочего; $T_{св}$ — свободное время рабочего

долбежном станке $T_{зан} = 0,66 + 0,05 \times 6,83 + 0,016 \times \times 3 = 1,05$ мин.

К каждому зубодолбежному станку за время цикла рабочий подходит два раза, общая занятость рабочего по двум зубодолбежным станкам $1,05 \times 4 = 4,20$ мин.

Общее время занятости в течение цикла на трех станках $\sum T_{зан} = 2,32 + 4,20 = 6,52$ мин.

Коэффициент занятости рабочего-многостаночника $K_{зан} = \sum T_{зан}/T_п = 6,52/16,23 = 0,4$. Свободное время рабочего $T_{св} = T_ц - \sum T_{зан} = 16,23 - 6,52 = 9,71$ мин.

График-маршрут рабочего-многостаночника приведен на рис. 11.

Зубодолбежные станки имеют запланированные простои; оперативное время каждого из двух зубодолбежных станков за цикл $7,49 \times 2 = 14,98$ мин. Простой каждого

зубодолбежного станка $T_{пр} = T_ц - 2 \times T_{оп} = 16{,}23 - 2 \times 7{,}49 = 1{,}25$ мин.

Ранее, при расчетах многостаночного обслуживания четырех зубофрезерных станков-дублеров ($\tau = 4{,}75$ мин), было установлено время на обслуживание рабочего места $a_{обс} = 11\ \%$; время на отдых и личные потребности $a_{отл} = 6\ \%$, т. е. сумма дополнительного времени $11 + 6 = 17\ \%$.

Предположим, что наладка станков и пробная обработка происходят до начала работы рабочего-оператора. В этом случае сменный фонд времени должен составлять 117 % $T_{оп}$, откуда сменный фонд оперативного времени $T_{оп. смены} = 480/1{,}17 = 410$ мин.

Сменную норму выработки определим по числу циклов за смену $K_ц = T_{оп. смены}/T_ц = 410/16{,}23 = 25$ циклов. За один цикл обрабатывают четыре детали, следовательно, сменная норма выработки $H_в = 25 \times 4 = 100$ шт. Если же наладка станков и пробная обработка выполняются в течение рабочего времени оператора, то соответственно уменьшаются сменный фонд оперативного времени и, как следствие, норма выработки.

Выше было рассмотрено нормирование труда, когда один рабочий обслуживает несколько станков, а теперь рассмотрим пример нормирования труда, когда несколько рабочих, объединенных в бригаду, обслуживают несколько станков.

Пример расчета комплексной нормы времени на изготовление бригадокомплекта в механическом цехе

В зависимости от типа бригады в механических цехах имеются разные подходы к расчету коллективной или комплексной нормы времени на изготовление бригадокомплекта деталей. Рассмотрим наиболее общий случай, когда в цехе организована смешанная бригада на участке механической обработки шестерен. Бригада сформирована по организационному принципу и включает: основных производственных рабочих — 28 чел.; наладчиков сложного оборудования 6-го разряда — 16 чел.; наладчиков особосложного оборудования 8-го разряда — 6 чел.; инженеров с окладом 160 руб. — 2 чел. Всего явочная численность бригады 52 чел.

Производственное задание бригады на месяц 48 700 шестерен, или 487 бригадокомплектов (100 шестерен составляют один бригадокомплект).

Таблица 5

Результаты расчетов

Номер рабочего места	Номера выполняемых операций	Операция	Оперативное время, мин	Оперативное время, ч/100 шт.	Норма времени $T_{шк}$, ч/100 шт.	Расценка, руб.
I	1	Токарная обработка плоскости	2,04	3,4	3,7	3,27
	2	Токарная обработка венца	2,07	3,45	—	—
II	3	Сверление, зенкерование, развертывание отверстия	0,498	0,83	1,24	1,04
III	4	Шлифование	2,28	3,8	—	—
	5	Промывка деталей	1,28	2,13	1,24	1,13
IV	6	Протачивание	0,69	1,15	1,24	1,05
V	7	Предварительное нарезание зуба и окончательное (41 зуб)	4,29	7,15	2,04	1,86
VI	9	Зачистка заусенцев	0,4	0,67	0,78	0,63
	10	Клеймение	0,198	0,33	—	—
	11	Промывка деталей	1,28	2,13	—	—
		Итого			10,24	8,98

На первой стадии нормирования труда бригады определяем время на каждую операцию методами, изложенными в гл. II по каждому виду работ. Результаты расчетов записаны в табл. 5. На второй стадии определяем комплексную норму на бригадокомплект по формуле

$$T_б = \sum_{i=1}^{6} T_{шi} + \frac{\sum_{i=1}^{22} (Ф_1 Ч_н)_i}{N} + \frac{Ф_1 Ч}{N},$$

где $Ф_1$ — фонд времени одного работника, ч, $Ф_1 = 173,4$ ч; $Ч_н$, $Ч$ — явочная численность наладчиков, специалистов; N — задание бригаде, количество бригадокомплектов.

Определяем время на один бригадокомплект для наладчиков $T_н = 173,4 \times 22/487 = 7,83$ чел.-ч. Расценка за бригадокомплект для наладчиков сложного оборудования (часовая тарифная ставка наладчика 6-го разряда 117 к. Поправочный коэффициент на условия работы 1,1) $P_1 = [1,17 \times 173,4/100]\ 1,1 \times 16/487 = 7,33$ р.

Расценка за бригадокомплект для наладчиков особосложного оборудования (часовая тарифная ставка наладчика 8-го разряда 131 к. Коэффициент 1,1) $P_2 = 1{,}31 \times 1{,}1 \times 6/487 = 3{,}08$ р. Определяем время на бригадокомплект для специалистов: $T = 173{,}4 \times 2/487 = 0{,}7$ чел.-ч.

Расценка на бригадокомплект для специалиста $160 \times 1{,}1 \times 2/487 = 72$ к.

Комплексная норма на бригадокомплект $T_б = 10{,}24 + 7{,}83 + 0{,}7 = 18{,}77$ чел.-ч.

Если фактически бригада изготовила за месяц 500 бригадокомплектов и затратила на это 9016,8 ч. ($173{,}4 \times 52$), то выполнение норм коллективом бригады составит $(18{,}77 \times 500/9016{,}8)\ 100 = 104{,}08$ %.

Расценка сдельная одного бригадокомплекта $P_б = 8{,}98 + 7{,}33 + 3{,}08 + 0{,}72 = 20{,}11$ р. Фактический фонд тарифной заработной платы бригады $З_б = 20{,}11 \times 500 = 10055$ р

Порядок распределения общего тарифного заработка с учетом индивидуального вклада каждого члена бригады в достижение общего коллективного результата труда устанавливается советом бригады, согласуется с профсоюзным комитетом и утверждается администрацией.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Сопоставьте формулы для расчета основного времени на станках с вращательным и возвратно-поступательным движением резания применительно к различным видам станков.

2. Рассмотрите типичные составляющие вспомогательного времени: а) на установку и снятие детали; б) связанного с переходом; в) на дополнительные приемы управления станком; г) на измерение.

3. Объясните общую методику расчета технической нормы времени при работе на металлорежущих станках.

4. Какие сведения из паспорта станка используют для нормирования?

5. Каковы особенности нормирования различных видов станочных работ: а) токарных, б) сверлильных, в) фрезерных и др.

6. Назовите особенности расчета основного времени при протягивании.

7. Как определить величину хода шлифовального круга (или стола станка): при «закрытой» шейке; при сбеге круга в одну или обе стороны?

8. Объясните значение всех величин в формулах расчета основного времени при различных шлифовальных операциях.

9. Как определяют затраты времени на техническое обслуживание рабочего места при шлифовальных работах?

10. В чем главное преимущество многоинструментной обработки?

11. В чем заключаются особенности определения режима резания

при работе: а) на револьверных станках; б) при многоинструментной обработке на токарных и сверлильных станках?

12. Как рассчитывают основное время для токарных автоматов и полуавтоматов?

13. Как рассчитывают основное время для работы на многопозиционных станках?

14. Что понимается под многостаночным обслуживанием? В чем главное преимущество многостаночного обслуживания?

15. При каких условиях возможно многостаночное обслуживание?

16. В чем особенности организации и нормирования многостаночных работ?

17. Что такое коэффициент занятости рабочего-многостаночника и как определяют его величину?

18. Что называется циклом многостаночного обслуживания и как определяют его величину?

19. Что понимается под оптимальным режимом резания при работе на металлорежущих станках?

20. В каких случаях применение инструмента с пластинками из твердого сплава может оказаться нецелесообразным?

21. Как улучшить использование металлорежущего станка по мощности?

22. Назовите основные пути снижения затрат каждой категории рабочего времени. Проиллюстрируйте это конкретными фактами, желательно из практики работы на металлорежущих станках.

23. Каковы особенности нормирования станочных работ на станках с ЧПУ; как нормируются работы на станках, оснащенных роботами?

24. Определить норму времени на сверлильные работы, используя исходные данные примера (см. с. 103) и размеры, приведенные на рис. 7 [9].

25. Определить норму времени на многоинструментные работы, используя исходные данные примера (см. с. 146) и размеры, приведенные на рис. 10 [9].

ГЛАВА III. НОРМИРОВАНИЕ ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ И СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

К заготовительным работам относят работы, связанные с предварительными процессами формообразования детали или получения ее исходных размеров для последующей механической обработки и сборки.

§ 17. НОРМИРОВАНИЕ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНЫХ РАБОТ

Кузнечно-штамповочные работы охватывают следующие виды технологических процессов: изготовление поковок методом ковки на молотах и гидравлических прессах; изготовление поковок горячей штамповкой на штамповочных молотах, прессах и горизонтально-ковочных машинах; изготовление штампованных заготовок методом холодной штамповки на кривошипных, эксцентриковых и фрикционных прессах, автоматических штамповочных линиях. Особенностью нормирования первых двух технологических процессов является наличие двух параллельно происходящих процессов — нагрева металла и его деформации (ковка, штамповка).

Нагрев металла — одна из важнейших операций кузнечного и штамповочного производства, оказывающая существенное влияние на качество продукции. Этот процесс обычно выполняется параллельно с процессом деформации металла, а потому время, затрачиваемое на нагрев металла для каждой заготовки, должно перекрываться временем ковки или штамповки. Рациональная организация нагрева металла должна предусматривать обеспечение бесперебойной работы основного оборудования за счет своевременной подачи под молот или пресс нагретых заготовок и достижения оптимальной производительности печи при минимальном расходе топлива (энергии).

Основными факторами, от которых зависит время нагрева, являются начальная и конечная температура нагрева, теплоотдача печи, мощность установки, размер и формы заготовок, химический состав металла, расположение заготовок в печи (чем ближе заготовки расположены в печи друг к другу, тем больше время нагрева).

Число одновременно нагреваемых заготовок $n_з$ определяется по формуле

$$n_з = T_н / T_{оп} + 1,$$

где $T_н$ — время нагрева одной заготовки при определенном расположении их в печи (определяется по нормативам); $T_{оп}$ — оперативное время штамповки (ковки), которое определяется расчетом.

Все процессы при ковке и штамповке обычно выполняет бригада. Эта форма организации труда обусловливает перечисленные ниже особенности нормирования кузнечно-штамповочных работ.

1. Технические нормы времени рассчитывают исходя из оптимального состава бригады, равномерной загрузки каждого члена бригады с учетом влияния санитарно-гигиенических условий на темп работы и утомляемость.

2. Время нагрева, если оно при синхронизации процессов нагрева и деформации металла (ковки или штамповки) является перекрываемым, в норму штучного времени не включается.

3. В случае распределения работы между членами бригады по рабочим местам для обеспечения равномерной их загрузки норма времени определяется для каждого члена бригады.

4. Согласно нормативам [15] при бригадном методе работы расчет нормы штучного времени производится по наиболее загруженному рабочему, т. е. непрерываемому (наибольшему) оперативному времени $T_{оп\,max}$ (см. далее пример).

5. Норму штучного времени рассчитывают по формуле

$$T_ш = T_{оп\,max} (1 + K'/100) K_с,$$

где K' — суммарное время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, %; $K_с$ — коэффициент, учитывающий тип производства.

Каждый заготовительный процесс характеризуется применяемым оборудованием, что влияет на структуру основного и вспомогательного времени. Например, основное

время при работе на штамповочном молоте или прессе определяется на основе времени на один удар в штамповочном ручье; для горизонтально-ковочной машины — на основе числа двойных ходов в минуту. Расчет оперативного времени при работе на штамповочном молоте (горячая штамповка) проводят по формуле

$$T_{\text{оп}} = \sum_{i=1}^{m} t_{\text{ш. р } i} n_i + t_{\text{з}} n_{\text{о}} + t_{\text{в}},$$

где $t_{\text{ш. р } i}$ — время на один удар в i-м штамповочном ручье, мин; n_i — потребное число ударов в i-м ручье; $i = 1, 2, \ldots, m$ — число ручьев в штампе или число переходов; $t_{\text{з}}$ — время на один удар в заготовительном ручье, мин; $n_{\text{о}}$ — повторяемость ударов за операцию; $t_{\text{в}}$ — неперекрываемое вспомогательное время на комплекс приемов, связанных с выполнением операции, мин.

При работе на горизонтально-ковочной машине расчет оперативного времени производят по формуле

$$T_{\text{оп}} = (1/n_{\text{д. х}})\, k + t + t_{\text{в}},$$

где $n_{\text{д. х}}$ — число двойных ходов в минуту; k — коэффициент, учитывающий тип механизма переключения; t — время на включение (выключение) машины, мин.

Расчет технической нормы времени на операции ковки на молотах (без штампа) и прессах проводится укрупненно, по нормативам [16], с использованием формулы неполного штучного времени (пример нормирования см. в справочнике [28]). При этом вспомогательное время $t_{\text{в}}$ берется с учетом времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, так как оно неперекрываемое, и поэтому включается в норму штучного времени:

$$T_{\text{ш}} = \left(\sum_{i=1}^{m} t_{\text{н. ш } i} K_{\text{м}} + t_{\text{в}} \right) K_{\text{с}},$$

где $t_{\text{н. ш } i}$ — неполное штучное время на i-й переход, мин; $K_{\text{м}}$ — поправочный коэффициент на марку материала.

Горячая штамповка

Пример нормирования аналитически-расчетным методом с применением нормативов на горячую штамповку [16] приведен в типовой форме нормировочной карты (форма 7).

ФОРМА 7

Цех	Кузнечный	Нормировочная карта на горячую штамповку
Оборудование		Ф120 $^{+1,0}_{-0,5}$; Ф60 $^{+0,5}_{-1,0}$; 40 $^{+1,5}_{-0,5}$; Ф15 $^{+0,5}_{-1,0}$; Ф79 $^{+1,0}_{-0,5}$; Ф150 $^{+1,5}_{-1,0}$
Камерная печь для нагрева до 1200 °С при температуре печи 1300 °С Штамповочный молот с массой падающих частей 2 т Пресс усилием 1,6 МН, с числом двойных ходов 25. Включение производится двухкулачковой муфтой		

Исходные данные

Деталь — муфта. Материал — сталь ШХ15. Масса заготовки 5,6 кг. Масса готовой штампованной заготовки 4,1 кг. Масса заусенца 0,4 кг. Размер заготовки ∅ 80×96 мм.

Технология изготовления муфты состоит из нагрева, штамповки в предварительном ручье с подсадкой, штамповки в окончательном ручье и обрезки заусенца. Работа выполняется в цехе серийного производства. Партия 700 шт.

Расчет нормы штучного времени производится по нормативам [15]. Организация труда — бригадная. По табл. 1 нормативов [15] определяем предварительный состав бригады. Для молота с массой падающих частей 2 т рекомендуется бригада из трех человек — нагревальщика, штамповщика и прессовщика. Работа молота осуществляется параллельно с работой другого оборудования на рабочем месте бригады. Сложность штамповки определяют по карте 1. В соответствии с эскизом детали близкими по форме являются штампованные заготовки II группы сложности. Определяем оперативное (вспомогательное) время каждого члена бригады.

Продолжение формы 7

Оперативное время штамповщика						Оперативное время нагревальщика					
№ по пор.	Содержание работы	Расчетные факторы	Время, мин		№ карты	№ по пор.	Содержание работы	Расчетные факторы	Время, мин		№ карты
			Основное	Вспомогательное					Основное *	Вспомогательное	
1	Взять заготовку со стола, установить для подсадки и нажать педаль	Масса до 6 кг	—	0,08	23, поз. 1	1	Взять заготовку из тары, поднести и загрузить в печь	Масса до 6 кг Работа вручную	—	0,09	22, поз. 1
2	Подсадить (заготовительный ручей)	Повторяемость — 2 раза Молот — 2 т Масса до 6 кг	0,012 × × 2 = = 0,024	—	5 Повторяемость определяется по осадке	2	Вынуть заготовку из печи и отложить на стол	Работа клещами	—	0,17	22
								Итого	—	0,26	

* Основное время — нагрев заготовки выполняется за время штамповки (перекрываемое).

Продолжение формы 7

Оперативное время штамповщика						Оперативное время прессовщика					
№ по пор.	Содержание работы	Расчетные факторы	Время, мин		№ карты	№ по пор.	Содержание работы	Расчетные факторы	Время, мин		№ карты
			Основное	Вспомогательное					Основное	Вспомогательное	
3	Взять и переложить заготовку в предварительный ручей и нажать на педаль	Масса 6 кг Без перевертывания	— —	0,05	23, поз. 6	1	Взять заготовку из тары, уложить на плиту	Масса до 6 кг	—	0,12	25 поз. 2
4	Штамповать в предварительном и окончательном ручье	Число ударов — 4 Группа сложности — II Молот — 2 т	0,016× × 4 = = 0,064	—	5	2	Продвинуть в ручей и нажать на педаль	То же	—	0,06	25, поз. 5
5	Переложить заготовку в окончательный ручей и нажать на педаль	Свободная укладка без перевертывания	—	0,06	23, поз. 6	3	Обрезать заусенцы	Масса до 6 кг Число двойных ходов в минуту — 25 Муфта двухкулачковая	0,05	—	13

Продолжение формы 7

Оперативное время штамповщика						Оперативное время прессовщика					
№ по пор.	Содержание работы	Расчетные факторы	Время, мин		№ карты	№ по пор.	Содержание работы	Расчетные факторы	Время, мин		№ карты
			Основное	Вспомогательное					Основное	Вспомогательное	
6	Вынуть заготовку из ручья и отбросить в тару	Масса до 6 кг	—	0,05	23, поз. 12	4	Вынуть заготовку и отбросить в тару	Масса 4 кг	—	0,06	25, поз. 10
7	Сдуть окалину	Длина ручья до 200 мм	—	0,05	23, поз. 21						
8	Смазать ручей	То же	—	0,08 : 5 = = 0,016 Один раз на пять заготовок	23, поз. 22	5	Снять заусенец со штампа и отбросить в тару	Масса 0,4 кг	—	0,04	25, поз. 14
		Итого	0,088	0,306				Итого	0,05	0,28	—

Расчет оперативного времени

1. Нагревальщика $t_{оп} = 0,26$ мин
2. Штамповщика $t_{оп} = t_о K + t_о = 0,088 \times 1,25^* + 0,306 = 0,416$ мин
3. Прессовщика $t_{оп} = t_о + t_в = 0,05 + 0,28 = 0,33$ мин

* При штамповке в ручьях поправочный коэффициент на материал $K_1 = 1,25$ (карта 2)

Определяем расчетное число членов бригады по формуле

$$n_р = \sum t_{оп}/t_{оп\,max} = \frac{0{,}26 + 0{,}416 + 0{,}33}{0{,}416} = 2{,}4.$$ Принимаем $n = 3$.

Перераспределение работ не проводится. Контроль осуществляет ОТК

Некоторая недогрузка нагревальщика может быть покрыта выполнением им работы по обслуживанию рабочего места (подготовка тары, клещей и др.)

Расчет штучного времени

По карте 47 для молота с массой падающих частей 2 т коэффициент $K = 1{,}23$. Поправочный коэффициент на материал (по карте 2) $K_2 = 1{,}15$

Календарное время на изготовление одной муфты $T_ш = 0{,}416 \times 1{,}23 \times 1{,}15 = 0{,}589$ мин.

Подготовительно-заключительное время (по карте 42) $T_{пз} = 16$ мин. Время на смену штампов, выполняемую бригадой, по карте 42 равно 40 мин. Штучно-калькуляционная норма времени

$$T_{шк} = (T_ш + T_{пз})/N = 0{,}589 + (16 + 40)/700 = 0{,}67$$

Трудоемкость изготовления муфты

$$H_т = T_ш n = 0{,}589 \times 3 = 1{,}767 \text{ чел.-мин.}$$

Сменная выработка бригады:

$$H_в = (T - T_{пз})\,3/H_т = (480 - 56)\,3/1{,}767 = 719{,}86 \approx 720 \text{ шт.}$$

Комплексная норма времени для бригады определяется суммарно на основе норм времени каждого члена бригады (по оперативному времени)

$$T_{к.\,б} = (0{,}26 + 0{,}416 + 0{,}33)\,1{,}23 \times 1{,}15 = 1{,}42 \text{ мин.}$$

График загрузки рабочих в бригаде

Состав бригады — Время, мин: 0,1 0,2 0,3 0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0

Нагревальщик: 3, 4, ⊠, 4, 5, ⊠, 5

Штамповщик: 2, 3, 4, 5

Прессовщик: 1, ⊠, 2, ⊠, 3, ⊠, 4

0,416

⊠ – время ожидания работы

1—5 — порядковый номер движения детали в цикле

Холодная штамповка

Штамповку без предварительного нагрева металла называют холодной штамповкой. Она применяется при изготовлении деталей (заготовок) из металлической ленты или полосы листового материала. Порядок нормирования труда рабочих, выполняющих операции холодной штамповки, существенно зависит от форм организации труда. Пример нормирования труда при условии, когда один рабочий выполняет работу на одном оборудовании, приведен в справочнике [28, с. 124—125]. В этом примере следует обратить внимание на расчет основного (машинного) времени.

При холодной штамповке основное время равно времени одного двойного хода ползуна $1/n_{д.х}$ (где $n_{д.х}$ — число двойных ходов ползуна пресса в минуту) с учетом времени работы механизма включения оборудования, которое зависит от типа муфты включения. Последнее учитывается поправочным коэффициентом $K_м$. Вспомогательное время $t_в$, затрачиваемое на установку полосы или листа, удаление отхода после штамповки, первоначальное включение пресса, должно быть отнесено к расчетной единице одной детали или одному комплекту.

Норму штучного времени рассчитывают по формуле

$$T_ш = [(1/n_{д.х}) K_м + t_в] [1 + (a_{обс} + a_{отл})/100].$$

Если штамповка проводится на автоматической линии, то нормирование сводится к определению не только нормы времени изготовления детали, но и нормы численности персонала, обслуживающего автоматическую линию. Время изготовления детали определяется на основе производительности линии или длительности цикла, числовые значения которых указываются в паспорте автоматической линии. Время обслуживания линии определяется по нормативам в соответствии с той работой, которую выполняет каждый член бригады.

Пример нормирования труда на автоматической линии холодной штамповки

Определим норму штучного времени на штамповку планки в условиях бригадной формы организации труда и норму численности обслуживающего персонала автоматической линии АШЛ-6П, используя нормативы [17].

Автоматическая линия установлена в цехе предприятия с массовым производством. Ее обслуживает бригада в составе наладчика, который совмещает функции слесаря-ремонтника, и оператора. Межсменная передача линии осуществляется «на ходу», поэтому оператор не занимается технической подготовкой линии. Установку рулона ленты и замену тары производит оператор. Температура и загрязненность воздуха в цехе — в пределах нормы.

Исходные данные: длина детали $l = 300$ мм; масса детали $M_д = 1,3$ кг; производительность в смену $П = 3000$ шт.; продолжительность цикла $t_ц = 0,09 \cdot$ мин; ремонтная сложность линии: механической части 63 ед., а электротехнической части 36,1 ед.; стойкость оснастки $T = 10\,000$ шт.; суммарная мощность двигателей 96 кВт; наружный диаметр рулона ленты $D = 600$ мм, а внутренний диаметр $d = 200$ мм; масса отхода от единицы продукции $M_о = 0,4$ кг; масса деталей в одной таре $M_1 = 750$ кг; масса отхода в одной таре $M_2 = 100$ кг; толщина ленты $h = 0,8$ мм.

Нормы времени и нормы численности рассчитывают в следующем порядке.

I. Определяют норму штучного времени [1] на штамповку детали:

$$T_ш = Ф_{см}/П = 480/3000 = 0,16 \text{ мин},$$

где $Ф_{см}$ — сменный фонд времени, мин.

II. Определяют затраты времени наладчика на выполнение следующих работ (содержание работ см. в нормативах [17]):

техническая подготовка линии: по карте 1 (поз. 3) нормативное время 20 мин; при организации межсменной передачи работы вводится поправочный коэффициент 0,5, тогда $t_1 = 20 \times 0,5 = 10$ мин;

активное наблюдение за работой линии: по карте 4 (поз. 3) нормативное время 40 мин; в связи с превышением мощности двигателей по сравнению с нормативными значениями вводится поправочный коэффициент 1,1, отсюда $t_2 = 40 \times 1,1 = 44$ мин;

замена оснастки: по карте 6 (поз. 3) нормативное время 50 мин; при этом учитывается стойкость оснастки коэффициентом, определяемым по формуле

$$K_о = П/T = 3000/10\,000 = 0,3.$$

[1] Соответствует штучно-калькуляционному времени.

С учетом этого коэффициента время на замену оснастки $t_3 = 50 \times 0{,}3 = 15$ мин.

Выполнение совмещенных функций слесаря, ремонтника: по карте 13 (поз. 1) время обслуживания на единицу ремонтной сложности по механической части 1,5 мин; всего это время составит $t_4 = 1{,}5 \times 63 = 94{,}5$ мин; по электрической части это время $t_5 = 0{,}4 \times 36{,}1 = 14{,}44$ мин.

Нормируемое время на выполнение работ по обслуживанию линии наладчиком определяют по формуле

$$T_н = \left(\sum_{i=1}^{m} t_i \right) [1 + (a_{отл} + a_у)/100] =$$

$$= (10 + 44 + 15 + 94{,}5 + 14{,}44)(1 + 4{,}2/100) = 185{,}4 \text{ мин},$$

где $a_{отл} = 4{,}2$ % (по нормативам [17, с. 18]); $a_у$ — время, учитывающее отклонения от нормальных условий труда, в нашем примере равно нулю.

III. Определяют явочную численность наладчиков. С учетом совмещения работ численность наладчиков рассчитывают по формуле

$$Н_ч = (T_н/Ф_{см}) K_п K_с = (185{,}4/480)\, 1{,}1 \times 1{,}05 = 0{,}446 \approx$$

$$\approx 1 \text{ чел.},$$

где $K_п$ — коэффициент, учитывающий простои, не зависящие от наладчика; $K_п = 1{,}1$; $K_с$ — коэффициент, учитывающий совмещение профессий; по табл. 3 $K_с = 1{,}05$.

Из расчета видно, что наладчик недостаточно загружен и ему можно поручить обслуживать дополнительно соседнее оборудование, т. е. увеличить рабочую зону.

IV. Определяют затраты времени оператора на выполнение следующих работ.

1. Установка рулона ленты в разматывающее устройство. Время на выполнение этой работы рассчитывается по формуле

$$t_1 = t_н\,(nl/L),$$

где $t_н$ — нормативное время; по карте 8 $t_н = 17$ мин; L — длина ленты в рулоне, мм:

$$L = [\pi\,(D^2 - d^2)]/4h =$$

$$= [3{,}14\,(600^2 - 200^2)]/(4 \times 0{,}8) = 314\,000 \text{ мм}.$$

Таким образом, $t_1 = 17\,(3000 \times 300/314\,000) = 48{,}73$.

2. Технический уход за линией. По карте 3 нормативное время $t_2 = 22$ мин.

3. Активное наблюдение за работой линии. По карте 4 нормативное время 230 мин. С учетом коэффициента по мощности 1,1 оно составит: $t_3 = 230 \times 1,1 = 253$ мин.

4. Замена тары с деталями. Время на замену тары рассчитывают по формуле

$$t_4 = t_н (M_д П / M_1).$$

По карте 5 (поз. 2) нормированное время $t_н = 5$ мин. Подставляя в формулу числовые значения, определяем: $t_4 = 5\,(1,3 \times 3000/750) = 26$ мин.

5. Замена тары с отходами. Это время определяют по формуле $t_5 = t_н\ (M_о П / M_2) = 5\,(0,4 \times 3000/100) = 60$ мин. Итого нормируемое время на обслуживание линии оператором составит: $T_{опер} = (48,73 + 22 + 253 + 26 + 60) \times \times (1 + 4,2/100) = 426,9$ мин.

V. Определяем норму численности операторов ($K_с = = 0$):

$$H_ч = (T_{опер}/Ф_{см})\, K_п K_с = (426,9/480)\, 1,1 = 0,978 \approx 1 \text{ чел.}$$

VI. Определяем трудоемкость единицы продукции:

$$H_т = T_ш H_ч = 0,16 \cdot 2 = 0,32 \text{ чел.-мин.}$$

VII. Сменная норма выработки продукции на одного человека в бригаде:

$$H_в = П/(H_{чн} + H_{ч\,опер}) = 3000/2 = 1500 \text{ шт.}$$

Приведенный пример нормирования холодной штамповки на автоматической линии отражает общий подход к нормированию труда любой автоматической линии и гибких производственных систем.

Труд в кузнечно-штамповочных цехах отличается повышенной напряженностью, поэтому увеличение выработки достигается не только путем организации бригад с оптимальной численностью рабочих на основе совмещения профессий или приемов работы, но и за счет механизации вспомогательной ручной работы, рациональной организации и планировки рабочего места, создания комфортных условий труда в цехе.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем особенности нормирования кузнечно-штамповочных работ?
2. Каковы различия в определении оперативного времени при работе на штамповочных прессах и горизонтально-ковочных машинах?

3. Как изменится комплексная норма времени и сменная выработка бригады (см. нормировочную карту на горячую штамповку), если наладчика включать в состав бригады и поручать ему наладку штампов?

4. Как определяется основное время при холодной штамповке?

5. Какой порядок нормирования труда на автоматических штамповочных линиях?

§ 18. НОРМИРОВАНИЕ ЛИТЕЙНЫХ РАБОТ

Изготовление отливок на машиностроительных предприятиях может осуществляться с применением различных технологических методов: литья в песчаные формы, металлические формы (кокильное, центробежное литье, литье под давлением и др.), прецизионного литья, по выплавляемым моделям, коркового литья. Каждый метод получения отливок имеет свои особенности, которые находят свое отражение в их нормировании.

По существу, каждый вид работ имеет свой цикл и перечень операций. Но все они основываются на следующих процессах литейного производства: приготовление формовочных смесей и стержней, изготовление литейных форм, плавка и заливка металла в формы, выбивка, очистка отливок. Для технического нормирования каждый из этих процессов расчленяется на операции и комплексы приемов. Это расчленение проводится не строго в последовательности их выполнения, а в зависимости от однородности факторов, влияющих на их продолжительность, т. е. образуются расчетные комплексы приемов, на которые разрабатываются нормативы времени [18, 19].

При нормировании литейных работ оперативное время не подразделяется на основное и вспомогательное.

Норма штучного времени

$$T_{ш} = T_{оп}[1 + (a_{обс} + a_{отл})/100]K,$$

где $T_{оп}$ — оперативное время на выполнение комплекса приемов, мин (чел.-мин); K — поправочный коэффициент в зависимости от размера партии отливок.

Поскольку бригадная форма организации труда является основной при выполнении литейных работ, комплексную норму штучного времени определяют по формуле

$$T_{ш} = \left(\sum_{i=1}^{m} t_{шi}\right) K,$$

где $t_{шi}$ — норма штучного времени на i-й комплекс приемов, мин; если комплекс приемов выполняется одновре-

менно несколькими рабочими, то рассчитывают трудоемкость, чел.-мин.

При нормировании труда рабочих, занятых на заливке металла в формы в условиях движущегося конвейера (поточно-массовое производство), скорость его устанавливается так, чтобы она соответствовала времени заливки одной формы для данной партии отливок.

Время заливки одной формы зависит от массы отливки и числа отливок в форме.

Скорость заливочного конвейера, м/мин:

$$v = LN_{\text{см}}/T_{\text{оп. см}},$$

где L — расстояние между формами (или опоками), м; $N_{\text{см}}$ — число отливок в партии за смену (или число опок), ед.; $T_{\text{оп. см}}$ — оперативное время за смену, мин.

Продолжительность заливки форм зависит от емкости ковша. Например, для ковша емкостью 50 кг время заливки определяется по формуле

$$T_{\text{зал}} = 0{,}1\,(n_{\text{ф}} - 1) + 4{,}8/n_{\text{ф}},$$

где n — число форм, подлежащих заливке из одного ковша, ед.

В зависимости от характера применяемого оборудования (сушильные печи, дробилки, мешалки и др.) определяют содержание каждого расчетного комплекса приемов. По нормативам выявляют расчетные факторы, сравнивают их с фактическими условиями труда и определяют ту поправку, которую надо ввести на расчетную норму по каждому комплексу приемов. Например, при приготовлении формовочных и стержневых смесей в бегунах время зависит от таких факторов, как масса бегунов, объем замеса и вид смеси. Норма времени определяется суммированием времени по всем расчетным комплексам приемов и отражает время цикла или комплексную норму.

Стержневые работы

Для получения отливок, имеющих внутренние полости, выступы, впадины, отверстия, изготовляют стержни. Стержневые работы могут выполняться ручным (в стержневых ящиках или по шаблонам) и машинным способом (только в стержневых ящиках).

Рассмотрим порядок нормирования стержневых работ, выполняемых на машине 231 (ВФ-20) в условиях серий-

ного производства, когда ящики со стержневой смесью подают на рабочее место вспомогательные рабочие. Габариты стержня 400×400×200 мм. Изготовление каркасов выполняется на другом рабочем месте. Нормирование стержневых работ осуществляется в следующем порядке.

1. Процесс расчленяется на операции и укрупненные комплексы приемов на основе анализа фактических условий труда и применяемых нормативов. Для машинного способа изготовления стержня весь процесс можно разделить на две операции: 1) формовку стержня на машине, которая включает следующие укрупненные комплексы приемов: формовку стержня, наполнение стержневого ящика смесью; машинно-ручные приемы, подачу стержня на отделку; 2) отделку стержня вручную, которая включает отделку и окраску стержня.

2. По нормативам [19, карты 52—58] определяют нормативное время для каждого комплекса приемов. Применяя нормативы, необходимо обратить особое внимание на указанное содержание работы и сопоставить его с фактически выполняемыми приемами работы. Этим обеспечивается прогрессивный характер устанавливаемой нормы.

Входящие в комплекс приемы взаимосвязаны однородностью влияющих факторов на продолжительность их выполнения. Например, в комплекс приемов «Формовка стержня» (карта 52) входят такие приемы, как «протереть внутреннюю поверхность стержневого ящика», «установить и снять наполнительную рамку», «срезать лишнюю смесь» и др. Необходимо прежде всего установить величину влияющих факторов.

Рассматриваемый стержень имеет прямоугольную форму без выступов или отъемных частей. По карте 1 по сложности модели данный вид стержня относится к I категории сложности. Высота стержня 200 мм = 2 дм. Согласно заданным габаритам стержня площадь набивки $F = 400 \times 400 = 160\,000$ мм^2 = 16 дм^2. Зная площадь набивки стержня и его высоту, определяем объем стержня: $16 \times 2 = 32$ дм^3. Можно принять эту величину за объем стержневого ящика.

3. Штучное время на выполнение каждого комплекса приемов (операции) рассчитывают по отдельным операциям.

Формовка стержня. По карте 52 для стержня *I* категории сложности высотой 200 мм и площадью набивки 16 дм^2 штучное время на формовку стержня $t_{ш1} = 1{,}4$ чел.-мин.

По карте 53 время на наполнение стержневого ящика вручную с помощью совка при объеме стержневого ящика 32 дм³ $t_{ш2}$ = 0,4 чел.-мин. Время на выполнение машинно-ручных приемов работы (включить машину, открепить плиту, перевернуть стол и др.) определяют по карте 54: для машины 231 (ВФ-20) при числе ударов 30 штучное время $t_{ш3} = 0{,}76 + 2\times0{,}08 = 0{,}92$ чел.-мин. Время на подачу стержня на отделку по роликовому конвейеру определяют по карте 55. Работу выполняет один рабочий, поэтому время $t_{ш4} = 0{,}04$ чел.-мин.

Отделка стержня. По карте 58 время на отделку сухого стержня объемом 32 дм³ I категории сложности $t_{ш5} = 0{,}46$ чел.-мин. Время на зачистку ребер и шероховатостей поверхности определяют по карте 65. При длине зачистки 200 мм это время $t_{ш6} = 0{,}26$ чел.-мин.

4. Определяют норму штучного времени на изготовление стержня:

$$T_ш = \left(\sum_{i=1}^{6} t_{шi}\right) K_п = (1{,}4 + 0{,}4 + 0{,}92 + 0{,}04 + 0{,}46 + 0{,}26)\,1{,}2 = 3{,}48 \times 1{,}2 = 4{,}176 \text{ чел.-мин.}$$

где $K_п$ — поправочный коэффициент, определяемый по карте 60; при размере партии n = 40 шт. стержней и площади набивки 16 дм² $K_п = 1{,}2$.

5. Определяют подготовительно-заключительное время $T_{пз}$ и время на партию деталей $T_п$. По карте 59 для машины 231 (ВФ-20) $T_{пз}$ = 12 чел.-мин.

$$T_п = T_ш n + T_{пз} = 4{,}176 \times 40 + 12 = 179{,}04 \text{ чел.-мин.}$$

Формовочные работы

Чтобы определить норму времени на весь процесс формовки одной детали, его расчленяют на самостоятельно выполняемые части (отдельные операции): набивка нижней полуформы, набивка верхней полуформы, отделка и сборка формы.

Количество расчетных операций зависит от технологии и применяемого оборудования. Например, если при безопочной формовке один рабочий выполняет весь объем работы, то формовку расчленяют на два комплекса: набивку нижней и верхней полуформы и сборку всей формы.

Пример нормирования труда при машинной формовке приведен в нормировочной карте (форма 8).

ФОРМА 8

Лицевая сторона

Цех — Литейный	
Участок — машинная формовка. Тип производства — серийное Партия — 50 шт.	**Нормировочная карта на машинную формовку**
Способ формовки — всырую	Наименование операции — формовка отливки барабана Марка материала — чугун Масса отливки — 50 кг
Организация труда — бригада (низ формует один рабочий, верх — второй рабочий) Формовочная смесь подается из бункера. Стержни и вспомогательный материал подаются вспомогательными рабочими Получает инструмент формовщик Сборка формы на роликовом конвейере обоими рабочими	
Оборудование	Формовочная машина 253М для формовки нижней полуформы, число ударов 50 Формовочная машина 266М для формовки верхней полуформы Электрический подъемник
Размер опок	500×350×200 (низ), 500×350×200 (верх в свету)

Продолжение формы 8

Оборотная сторона

Расчет нормы штучного времени

№ по пор.	Наименование комплекса приемов [1]	Определение факторов, влияющих на продолжительность	Время, мин		Номер карты
			Нижняя полуформа	Верхняя полуформа	
1	Подготовка и набивка полуформы	Сложность — II категория Площадь опоки $S = 5 \times 3{,}5 = 17{,}5$ дм^2 Установка — подъемником	1,14	1,14	41
2	Установка выпоров, стояков	Площадь основания — 0,1 дм^2 Высота — 200 мм Число стояков — 2		$0{,}15 \times 2 = 0{,}3$	42
3	Наполнение опоки формовочной смесью	Объем смеси $V_{см} = V_о - (V_о + V_м) = 35 - (0{,}94 + 20{,}2) = 13{,}86$ дм^3 (до 18 дм^3) Из бункера	0,08	0,08	43
4	Машинно-ручная работа	Машина 253М Машина 266М	1,04	— 0,9	44
		Итого на набивку формы	2,26	2,42	—
5	Отделка полуформы	Площадь опоки — 17,5 дм^2 Сложность по карте — II категория Высота 200 мм	0,39	0,39	45
		Итого на отделку полуформы	0,39	0,39	
6	Установка стержней вручную	Сложность по карте — II категория Проверка шаблоном Объем стержня — до 1 дм^3	—	$0{,}29 \times 2 — = 0{,}58$	47
7	Накрытие формы	Площадь — 17,5 дм^2 Сложность по карте — II категория Подъемник, формовка — всырую	0,78		48

Продолжение формы 8

Оборотная сторона

Расчет нормы штучного времени

№ по пор.	Наименование комплекса приемов [1]	Определение факторов, влияющих на продолжительность	Время, мин		Номер карты
			Нижняя полуформа	Верхняя полуформа	
8	Набивка литниковой чаши	Площадь коробки — 2 дм^2 Количество — 1	1,9		51
9	Наращивание выпоров	Количество — 1 Площадь основания — 0,1 дм^2 Высота — 100 мм	2,0		52
10	Крепление опок	Четырьмя скобками	1,0	—	—
		Итого на сборку	5,68	0,58	

[1] Содержание комплекса приемов см. в нормативах [19].

Определяем норму штучного времени. По карте 77 поправочный коэффициент на партию деталей $K_п = 1{,}2$: $T_ш = (2{,}26 + 2{,}42 + 0{,}39 + 0{,}39 + 5{,}68 + 0{,}58)\ K_п = 11{,}72 \cdot 1{,}2 = 14{,}064$ чел.-мин

По карте 53 подготовительно-заключительное время $T_{пз} = 8$ чел.-мин (площадь опоки 17,5 дм^2, категория сложности II). Штучно-калькуляционное время: $T_{шк} = T_ш + T_{пз}/n = 14{,}064 + 8/50 = 14{,}224$ чел.-мин.

Работы по выбивке, очистке и обрубке отливок

Заключительными операциями в процессе получения отливок являются работы по выбивке форм и стержней, очистке и обрубке отливок. Нормирование этих работ осуществляется по укрупненным расчетным комплексам приемов, продолжительность которых определяется для каждого вида работ по нормативам [18] в зависимости от способа их выполнения. Расчет норм оформляется в нормировочных картах аналогично нормам на формовочные работы (см. форму 8).

При нормировании выбивки форм норму штучного времени определяют делением нормативного времени (на одну форму, в чел.-мин) на число отливок в форме. При выбивке стержней норму штучного времени определяют либо по нормативным таблицам для каждого стержня, либо суммарно на весь объем (комплект) стержней отливки. Последний способ чаще используется при выбивке стержней на вибрационных машинах, в гидравлических камерах или при сложной конфигурации отливок. При суммарном способе нормирования сложность выбивки стержней принимается в среднем на весь комплект стержней отливки.

Для нормирования очистки отливок в простых галтовочных барабанах необходимо расчленение операций на типовые комплексы приемов: 1) связанные с загрузкой и выгрузкой отливок; 2) связанные с очисткой отливок и работой барабана (вращение, управление, наблюдение). В этом случае оперативное время

$$T_{оп} = (q/1000)\,(t_1 + t_2/Q),$$

где q — масса отливки, кг; t_1 — время на первый комплекс приемов, мин; определяется по нормативной карте [18]; t_2 — время на второй комплекс приемов, мин, зависящее от технических данных машины, определяется по табл. 1 [18]; Q — общая масса отливок, загруженных в барабан, т.

Способы выделения расчетных комплексов приемов определяют оперативное время также для очистных работ, выполняемых на дробеметных, конвейерных барабанах, в дробеструйной камере. Подробнее об этом см. в нормативах [18].

Норма времени на обрубку отливок устанавливается по картам нормативов [18] в зависимости от толщины залива и его длины (замеряется непосредственно по отливке по плоскости разъема формы и по знакам стержней), характера применяемого инструмента, вида заливов (прямолинейный, криволинейный, внутренний).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. В чем особенность создания расчетных укрупненных комплексов приемов при нормировании литейных работ?
2. Выявите влияние организации труда на способ расчета нормы штучного времени на разные виды литейных работ.
3. Как определить время на заливку форм?
4. Каков порядок нормирования формовочных работ?

5. Как устанавливается скорость конвейера для заливки форм в поточно-массовом производстве?

6. Как определяется оперативное время на очистку отливок в галтовочных барабанах?

7. Используя нормативы [18], укажите основные факторы, влияющие на продолжительность выполнения комплекса приемов, связанных с загрузкой и выгрузкой отливок.

§ 19. НОРМИРОВАНИЕ СЛЕСАРНЫХ РАБОТ

Слесарные работы в основном представляют собой холодную обработку металлов резанием, выполняемую ручным или механизированным способом. В зависимости от назначения слесарные работы могут подразделяться на слесарно-заготовительные (правка, разметка, резание материала, зачистка заусенцев и др.); слесарно-инструментальные (доводка поверхности, вырубка, опиловка, шабрение поверхности); слесарно-сборочные (сверление, нарезание резьбы, снятие фасок, смазывание, притирка и др.).

Техническая норма времени на слесарные работы устанавливается на основе нормативов аналитически-расчетным методом. При отсутствии разработанных нормативов в особо специфических условиях производства применяется аналитически-исследовательский метод, при котором устанавливается хронометражная норма на слесарную работу, выполняемую непосредственно на данном рабочем месте. При расчетах нормы штучного времени на слесарные работы в условиях мелкосерийного и единичного производства исходят из расчленения операции на два укрупненных комплекса: комплекс приемов на деталь и комплекс приемов, связанных с операцией.

Первый комплекс включает время, связанное со способом установки и снятием детали (взять, установить, закрепить, кантовать, открепить, отложить деталь и т. д.). Во второй комплекс входит как основное время обработки (работы), так и время (вспомогательное), затрачиваемое на действия с инструментом (взять и отложить инструмент, переместить его к рабочей точке и т. д.). Суммарное время на выполнение этих двух комплексов составляет оперативное время $T_{оп}$, которое не подразделяется на основное и вспомогательное.

Норма штучного времени на слесарные работы

$$T_{ш} = T_{оп}(1 + K/100),$$

где K — суммарное время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, % от оперативного времени, которое определяется по соответствующим нормативам в зависимости от вида работ и типа производства с учетом поправочных коэффициентов (см. примеры расчета).

Порядок нормирования слесарных работ сводится к следующему:

1) выбор нормативов и карты норм выработки для нормирования в зависимости от типа производства, где осуществляется работа;

2) анализ фактически заданных условий работы и принятых в нормативах (выявление необходимости корректировки и числа поправочных коэффициентов);

3) устранение недостатков в организации рабочего места;

4) определение поправочных коэффициентов на фактические условия работы;

5) определение по нормативной карте нормируемого времени;

6) определение расчетного времени (оперативного);

7) определение времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности по соответствующей нормативной карте. В случае укрупненного нормирования это время включается в табличное время на комплекс приемов или операцию и отдельно не определяется;

8) расчет нормы штучного времени на слесарную операцию (см. примеры расчета);

9) определение подготовительно-заключительного времени и при изготовлении партии деталей штучно-калькуляционного времени; если это время включается в состав нормы штучного времени, то оно задается процентом от оперативного времени.

Примеры нормирования слесарно-заготовительных работ

Правка деталей

Правка деталей (в том числе полос), вырезанных из листа, может выполняться как машинным, так и ручным способом. Выбор способа правки зависит от характера детали (толщина металла, длина детали и др.), профиля проката. Рассмотрим правку вручную, выполняемую в цехе мелкосерийного производства.

Исходные данные: деталь из полосы длиной $L = 200$ мм, шириной $B = 100$ мм. Материал детали — углеродистая сталь толщиной 1,8 мм. Правка осуществляется после газовой резки на правильной плите. Стрела прогиба до правки — до 15 мм на 1 м длины (погонной), а после правки — 2—4 мм на 1 м длины (погонной). Число деталей в партии 10 шт.

Порядок расчета.

1. Согласно условиям труда и характеру работ выбираем нормативы [20], предусматривающие конкретную организацию труда (с. 26). Эти условия соответствуют фактическим.

2. Выполнение работы: взять деталь, установить ее на плиту. Править молотком, периодически проверяя линейкой с кантовкой и передвижением. Снять выправленную деталь и отложить в тару.

3. По нормативам (карта № 6, лист 1) определяем нормативную продолжительность $t_{оп} = 0,35$ мин (поз. 4) ($L = 200$ мм, B до 120 мм и $h = 8$ мм).

4. Определяем поправочные коэффициенты на условия работы: по карте 6, лист 2 при правке после газовой резки $K_1 = 1,1$, если партии деталей 10 шт., то $K_2 = 1,1$, в зависимости от прогиба полосы $K_3 = 0,85$.

5. В нормативах время на обслуживание в размере 3 %, а на отдых и личные потребности 7 % от оперативного включено в табличное время.

6. Рассчитываем норму штучного времени на правку детали:

$$T_ш = t_{оп}K_1K_2K_3 = 0,35 \times 1,1 \times \times 1,1 \times 0,85 = 0,36 \text{ мин.}$$

По карте 1 подготовительно-заключительное время для правки равно 4 % от штучного времени:

$$t_{пз} = 0,04 \times 0,36 = 0,014 \text{ мин.}$$

Отсюда время на правку партии деталей

$$T_{пар} = T_шN + t_{пз} = 0,36 \cdot 10 + 0,014 = 3,61 \text{ мин.}$$

Резка металла

Резка листа на полосы или раскрой полосы на отдельные детали обычно выполняется на гильотинных ножницах. Нормирование этих операций имеет следующие особенности:

1. Резка выполняется за один рабочий ход оборудования независимо от длины реза.

2. Основное время t_0 зависит от конструктивных особенностей муфты включения ножниц.

3. При расчете нормы штучного времени оперативное время по нормативам надо делить на число заготовок (деталей) q, получаемых из листа (полосы).

4. Норму штучного времени рассчитывают по формуле

$$T_{ш} = \frac{t_0 + t_в}{q}(1 + K/100).$$

5. Порядок расчета определяется структурой применяемых нормативов [1], степенью их укрупнения. Поясним это на примере.

Исходные данные: материал заготовок — углеродистая сталь, габариты листа: $h = 0{,}8$ мм, $B = 1250$ мм, $L = 2500$ мм; габариты полос (заготовок) $0{,}8 \times 1250 \times 400$ мм. Резка стального листа и полос осуществляется с шагом листа $b = 400$ мм, длина реза 1250 мм. Резка по упору. Оборудование — гильотинные ножницы ИГ-474 с числом ходов ножа в минуту 65. Партия заготовок 600 шт.

Порядок расчета.

1. Используя нормативы [20], находим нужную карту, соответствующую условиям работы. Сравниваем расчетное содержание работы с фактическим, которое включает следующие переходы: установить упор на заданный размер (на партию заготовок), взять лист, подать его на роликовый конвейер оборудования, продвинуть до упора, резать лист на заготовки, отложить заготовки и отходы.

2. По карте 22 (поз. 19) определяем нормативное время на одну деталь $t_н = 0{,}67$ мин (при L до 1800 мм, B до 450 мм, h до 3 мм).

3. Определяем поправочные коэффициенты: поправок на металл и вид работы нет, так как условия примера соответствуют расчетным; поправочный коэффициент на число заготовок, получаемых из листа $q = L/b = 2500/400 \approx 6$ заготовок (карта 22), $K_1 = 0{,}9$ (при q до 25 заготовок); поправочный коэффициент на партию деталей $K_2 = 0{,}85$ при N свыше 500 шт.

---

[1] Пример дифференцированного расчета при тех же исходных данных см. в справочнике [28]. Следует самостоятельно выявить причины расхождения результата, полученного по двум разным нормативам.

Поправочный коэффициент на число ходов ножа $K_3 = 0,95$ (при числе ходов в минуту более 20).

4. Определяем норму штучного времени на заготовку:

$$T_ш = t_н K_1 K_2 K_3 = 0,67 \times 0,9 \times \times 0,85 \times 0,95 = 0,487 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время на резку на гильотинных ножницах составляет 4 % от штучного по карте 1, тогда штучное калькуляционное время на заготовку составит:

$$T_{шк} = 1,04\ T_ш = 1,04 \times 0,487 = 0,506 \text{ мин.}$$

Разметка деталей

Операции разметки и наметки могут выполняться как для отдельных деталей, так и при групповом раскрое. Разметку контуров осуществляют нанесением контрольного кернения по углам или окерниванием по контуру. В зависимости от материала (листовая сталь, фасонный прокат и т. д.) определяют факторы, влияющие на продолжительность выполнения операции. Пример нормирования приведен в нормировочной карте (форма 9).

ФОРМА 9

Цех	Заготовительный	**Нормировочная карта**
Операция: Разметка диска		

Исходные данные:

Диаметр диска $D = 130$ мм
Толщина заготовки 5 мм
Работа выполняется на плите, окернение с разметкой центра. Партия деталей — 50 шт.

Содержание работы:

По нормативам [20] в состав операции входят следующие переходы: взять заготовку и уложить на плиту, взять инструмент, разложить и окернить центр, взять циркуль, установить ножку в центр, разметить деталь, отложить инструмент, отложить заготовку в тару

<table>
<tr><td>Цех</td><td>Заготовительный</td><td rowspan="2">Нормировочная карта</td></tr>
<tr><td colspan="2">Операция: Разметка диска</td></tr>
<tr><td colspan="3">

Расчет нормы штучного времени:

По карте № 21, лист 1, поз. 2 при толщине заготовки до 6 мм и D до 150 мм нормированное время на деталь $t_н = 0{,}33$ мин. Сравнивая нормативные и фактические условия работы, определяем поправочный коэффициент на число деталей в партии $K_1 = 1{,}05$ (партия деталей до 50 шт.).

$$T_ш = t_н K_1 = 0{,}33 \times 1{,}05 = 0{,}346 \text{ мин.}$$

Время на обслуживание рабочего места, отдых включено в табличное значение нормированного времени.

Подготовительно-заключительное время по карте 1 равно 4 % от штучного, в результате норма времени на партию деталей, мин

$$T_N = T_ш N + t_{пз} = 0{,}346 \times 50 + 0{,}014 = 17{,}314 \text{ мин.}$$

</td></tr>
</table>

Примеры нормирования слесарно-сборочных работ

Опиливание

Опиливание представляет собой процесс снятия слоя металла с поверхности детали. Обычно эта работа выполняется вручную с помощью напильника. Если снимается металл лишь в виде заусенцев, острых кромок при сборочных работах, то такая опиловка называется зачисткой. Опиловка выступающих частей на поверхности (головка винта, заклепки и т. д.) называется запиловкой. Пример расчета времени на запиловку выступающих частей приведен в форме 10.

Нарезание резьбы

Нарезание резьбы, прогонка (калибровка) ее производится слесарными метчиками в деталях при сборке машин или при их ремонте. Этот вид слесарных работ может выполняться как вручную, так и с помощью механизированного инструмента (электро- или пневмодрели). Последний способ позволяет поднять рост производительности труда рабочего и снизить его утомляемость. Пример нормирования приведен в форме 11.

Участок	Слесарный	Нормировочная карта на слесарные работы

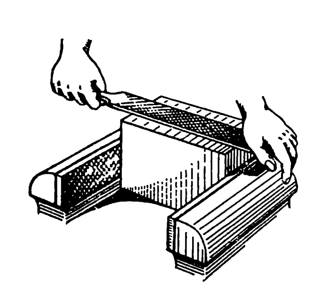
Извлечение из нормативов: Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового крупно-серийного и серийного типов производства [21]
Карта 76

Длина выступающей части l, мм, до	Число винтов (заклепок), захватываемых по ширине детали	Сталь		
		Расстояние между крайними винтами по ширине детали, мм, до		
		10	40	100
		Время на группу заклепок, винтов по ширине детали, мм, до		
2	1	0,09	0,11	0,12
	2	0,11	0,13	0,15
	3	0,12	0,15	0,17
3	1	0,11	0,14	0,16
	2	0,13	0,17	0,19
	3	0,15	0,19	0,22

Поправочные коэффициенты

Толщина снимаемого слоя	До 0,2	0,3	0,4
K	1,0	1,15	1,3

Время на оргтехобслуживание (карты 3,4).
Ручная работа — 1 %, механизированная — 4 %, на отдых — 6 % оперативного времени. Подготовительно-заключительное время — 2 % от оперативного. При работе с пневмоинструментом до 50 % рабочего времени добавляется 2 % и свыше 50 % — 4 % оперативного. Производство серийное. Вспомогательное время на установку и снятие детали (по карте 29) 0,22 мин.



Операция: опилить выступающие части винтов. Материал — сталь 60. Работа производится драчевым напильником. Длина выступа l = 3 мм. Число винтов, захватывающих по ширине напильника, — 2.
Расстояние между винтами 10 мм. Толщина снимаемого слоя 0,3 мм. Работа производится на верстаке в тисках. Масса детали 1,9 кг (до 3 кг)

По карте 76, лист 2 при $l = 3$ мм, числе захватываемых винтов 2 шт., расстоянии между винтами 10 мм $t_н = 0{,}13$ мин. Анализ фактических и нормативных условий работы показывает необходимость корректировки нормативного времени.

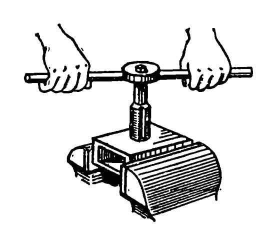
С учетом коэффициента $K_1 = 1{,}15$, определяемого в зависимости от толщины снимаемого слоя 0,30 мм, времени на установку детали в тиски $t_{уст} = 0{,}22$ мин, определяем норму штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шк} = (t_н K_1 + t_{уст})(1 + K/100) = (0{,}13 \times 1{,}15 + 0{,}22) \times$$
$$\times [1 + (1 + 6 + 2)/100] = 0{,}4 \text{ мин.}$$

ФОРМА 11

Участок	Слесарный	**Нормировочная карта на слесарные работы**

Общемашиностроительные нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и серийного типов производства [21]. Извлечение из нормативов для серийного типа производства, карта 82, лист 1, 2 поз. 3



Резьба		Число метчиков в комплекте					
		3		2			1
		Длина резьбы, мм, до					
Диаметр, мм, до	Шаг, мм	5	10	5	10	15	5
10	1,5	0,76	1,25	0,6	0,98	1,3	0,4

Поправочные коэффициенты: в зависимости от обрабатываемого материала (чугун серый) — 0,8; в зависимости от числа отверстий (до 10) — 0,9; в зависимости от условий нарезания резьбы: с кондуктором — 0,9, в глухих отверстиях — 1,2, в сквозных — 0,85

Операция: нарезать резьбу диаметром 10 мм, шаг — 1,5 мм на длину 5 мм сквозную (для одной стенки детали). Материал детали — серый чугун. Работа двумя метчиками. Работа выполняется на слесарном участке без подъемно-транспортных средств. Число отверстий 10. Число деталей в партии — 50 шт.

Расчет нормы штучного времени

Анализ нормативных и фактических условий выполнения операций показывает, что необходима корректировка табличных значений нормативного времени на величину приведенных ниже коэффициентов. На материал — чугун серый коэффициент равен 0,8. Нарезание резьбы двумя метчиками вручную на длину 5 мм можно считать как в глухом отверстии, хотя и есть выход метчика (пространство между стенками), но метчик надо вывернуть, поэтому коэффициент надо принять 1,2 при числе деталей в партии 50 шт. коэффициент $K_п = 1,1$.

По карте 82 (см. выше) при данных условиях оперативное время $T_{оп} = 0,6$ мин. С учетом коэффициентов $T_{оп} = 0,6 \times 0,8 \times 1,2 = 0,576$ мин.

По карте 2 определяем время на обслуживание рабочего места — 1 % от $T_{оп}$.

По карте 3 время на отдых и личные потребности 6 % от $T_{оп}$, при ручной работе с грузооборотом в смену до 1 т добавляется еще 1 % от $T_{оп}$.

По карте 2 подготовительно-заключительное время 2 % от $T_{оп}$.

Суммарный поправочный коэффициент $K = 10$ % от $T_{оп}$.

Штучное время $T_ш = T_{оп}(1 + K/100)\,K_п = 0,576\,(1 + 10/100)\,1,1 = 0,697$ мин.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. На какие два расчетных комплекса подразделяется слесарная операция?
2. Каков общий порядок нормирования слесарных работ?
3. Используя нормативы, приведенные в форме 10, рассчитайте норму штучного времени на опиловку выступающих частей винтов, если длина выступающей части 2 мм, а расстояние между крайними винтами 10 мм. Число захватываемых винтов по ширине детали 3, толщина снимаемого слоя 0,35 мм.
4. Рассчитайте по нормативам [21] норму штучного времени и определите, на сколько повысилась производительность труда за счет механизации (электродрель) выполнения операции нарезания резьбы (см. форму 11).
5. Как изменится норма штучного времени, если операцию нарезания резьбы будут выполнять тремя метчиками на длину 10 мм (сквозная через верхнюю и нижнюю стенки детали), используя данные формы 11.

ГЛАВА IV НОРМИРОВАНИЕ СБОРОЧНЫХ, СВАРОЧНЫХ И РЕМОНТНЫХ РАБОТ

§ 20. ОСНОВЫ НОРМИРОВАНИЯ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

Технологический процесс сборки представляет собой совокупность операций по соединению деталей в определенной конструктивной последовательности в целях получения готовой машины или механизма требуемого качества.

Сборка является заключительной стадией общего процесса производства машин и механизмов, поэтому она во многом определяет их качество. Повышение качества машиностроительной продукции неразрывно связано с нормированием и организацией труда рабочих сборочных цехов и участков. С точки зрения технологии сборочный процесс может быть неоднородным и включать слесарные и монтажные работы. При этом могут иметь место работы, связанные с разборкой изделия (после проверки, обкатки и т. д.). Эти работы нормируются с учетом нормативного поправочного коэффициента относительно времени сборки.

При нормировании границей расчленения технологического процесса сборки обычно служит сборочная единица, т. е. комплект, который хранится, перемещается и подается на дальнейшую сборку (с одного рабочего места на другое) как единое целое. Исходя из этого под сборочной операцией понимается законченная часть технологического процесса, ограниченная работой над одной сборочной единицей на одном рабочем месте. Расчленение операции является необходимым условием нормирования и изучения ручного труда. На практике при образовании расчетных комплексов приемов часто руководствуются той дифференциацией, которая принята в общемашиностроительных нормативах времени [21], но при этом учитывают форму организации труда на рабочем месте и требования НОТ. Для фактических условий работы отли-

чающихся от нормативных, следует использовать поправочные коэффициенты на измененные условия работы. Например, при установке и креплении узлов в стесненных условиях (внутри изделия и т. п.) поправочный коэффициент к оперативному времени равен 1,2.

Условия, учитываемые при нормировании труда рабочих-сдельщиков

1. Технологический процесс сборки разрабатывается не для одной детали, а для двух и более взаимосопрягаемых деталей, поэтому нормировщик должен уметь читать сборочные чертежи (по ним определять сборочную базовую единицу) и всю информацию, необходимую для расчета нормы времени (размер и масса деталей, технические условия сборки и т. д.), контролировать ее соответствие с технологической (инструкционной) картой сборки, чтобы избежать пропуска в расчетах отдельных приемов работы и искажения анализа условий труда.

2. В слесарно-сборочных работах трудовые приемы, как основные (соединение деталей или изменение размера или формы), так и вспомогательные (перемещения детали в рабочей зоне, взятие инструмента и др.), являются ручными, поэтому при нормировании оперативное время не подразделяется на основное и вспомогательное (в случае автоматической сборки выделяются приемы, связанные с установкой базовой детали, и определяется неполное оперативное время).

3. В соответствии с требованиями НОТ при нормировании слесарно-сборочных работ исходят из оптимальных методов и приемов, которые осуществляются путем непрерывных движений и без внезапных изменений их направления и нагрузки. Кроме того, они позволяют выполнять работу двумя руками одновременно и симметричными движениями; с помощью механизированного инструмента (более совершенных орудий труда); они способствуют уменьшению зоны трудовых движений и снижению физических усилий рабочего; активному восприятию работы окружающей среды (например, известно, что органы слуха менее подвержены усталости, чем глаза, поэтому оптимальным может быть метод сборки с применением акустических приборов); исключают или снижают монотонность труда, что достигается чередованием нагрузки на отдельные органы человека. Выполняются

эти приемы в условиях, когда на рабочем месте соблюдается постоянство в размещении предметов, позволяющее достичь стабильной направленности движений рабочего, синхронности в работе, что повышает навыки и внимание рабочего, улучшает качество сборки.

Нормы времени, установленные на слесарно-сборочные операции с учетом применения указанных выше оптимальных методов работы и трудовых приемов, являются прогрессивными и способствуют росту производительности труда и снижению утомляемости человека в процессе работ.

4. Выбор методов и способа нормирования слесарно-сборочных работ производят в зависимости от того, с какой степенью точности и обоснованности должна быть установлена норма. При этом учитывают тип производства, в котором выполняется работа.

В условиях массового и крупносерийного производства при специализированном оснащении рабочих мест, наличии детально разработанного технологического процесса сборки (операционных, инструкционных карт и т. д.), когда на рабочем месте выполняются постоянно или периодически повторяющиеся операции, используют дифференцированный аналитический метод расчета по отдельным элементам или отдельным движениям (микроэлементный метод).

В сборочных цехах серийного производства при выполнении сборки на универсальном оборудовании или частично специализированных для данного вида работ верстаках, когда имеется пооперационно разработанная технологическая документация, аналитически расчетный метод может носить укрупненный характер, т. е. расчеты производятся по укрупненным нормативам времени (типовым комплексам приемов, которые приведены в нормативах).

В условиях мелкосерийного и единичного производства, когда сборка выполняется на универсальных верстаках, применяемых для широкого диапазона работ, в том числе и слесарных, и имеются лишь маршрутно-технологическая карта и сборочные чертежи, которые позволяют рабочему по его усмотрению установить порядок выполнения операций в соответствии с конструкцией изделия, нормирование производят по типовым нормам методом сравнения или хронометража.

При освоении новой техники, технологического про-

цесса, нового производства нормы времени следует устанавливать аналитически расчетным методом с применением временных поправочных коэффициентов.

5. Если процесс сборки расчленить на операции не представляется возможным, то объектом нормирования может быть комплекс операций, т. е. совокупный объем работы по сборке одного изделия на одном производственном участке при неизменном составе исполнителей. Содержание нормирования слесарно-сборочных работ во многом зависит от формы организации труда и применяемого инструмента и оборудования. Различают индивидуальную и бригадную формы организации труда сборщиков, выполняющих сборку как на стационарном рабочем месте (на верстаке, сборочном столе, стенде и т. д.), так и на движущемся конвейере.

Нормирование труда при индивидуальной сборке сводится к определению нормы штучного времени на операцию исходя из продолжительности выполнения отдельных трудовых действий рабочего в конкретных условиях производства. При автоматической сборке с применением промышленного робота (сборочного автомата) норма времени устанавливается на основе паспортных данных оборудования (производительности) с учетом времени на организационно-техническое обслуживание, отдых и личные потребности рабочего. Если оператор обслуживает одновременно несколько сборочных автоматов, то устанавливается норма обслуживания.

6. Ручной характер труда требует строгого учета всех трудовых действий рабочего, поэтому для целей нормирования операцию расчленяют на отдельные составные части. В трудовом разрезе расчленение операции производится на основе «Базовой системы микроэлементов» (комплекс приемов, прием, трудовые действия, движения), а в технологическом разрезе сборочная операция подразделяется на переходы, представляющие собой расчетные комплексы технологических элементов операции.

7. Норма штучного времени на сборочную операцию рассчитывается по формуле

$$T'_{ш} = \left(\sum_{i=1}^{m} t_{пi} K_i\right) [1 + (a_{обс} + a_{отл} + a_{пз})/100]\, K',$$

где m — число i-х расчетных комплексов в операции; $t_{пi}$ — нормированное время на выполнение расчетного

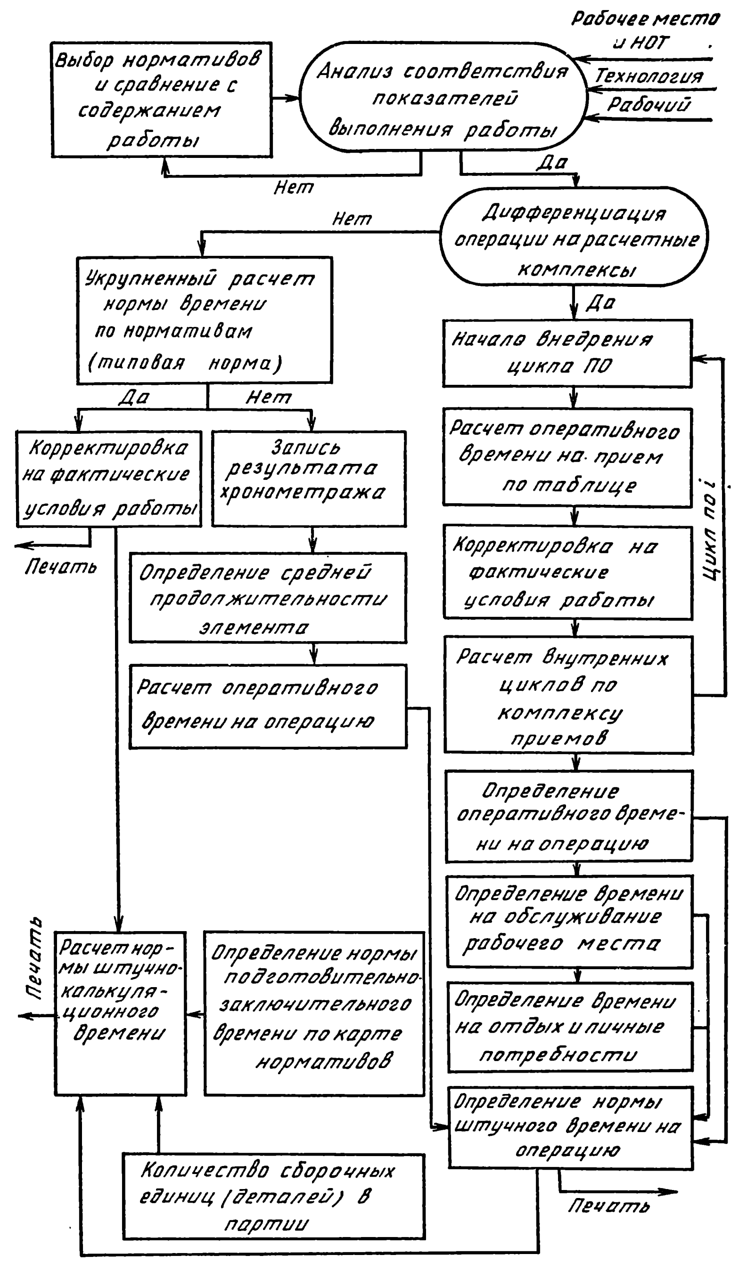


Рис. 12. Схема расчета нормы времени на ручные работы

комплекса приемов [1]; K_i — суммарный поправочный коэффициент i-му комплексу приемов в зависимости от характера и условий выполняемой работы; K' — коэффициент, учитывающий тип производства (число собираемых узлов изделия в партии и напряженность труда).

В случае, если время выполнения комплекса приемов на установку базовой детали $i_{уст}$ выделяется отдельно, то формула нормы штучного времени примет следующий вид:

$$T'_{ш} = \left(t_{уст} + \sum_{i=1}^{m} t_{пi} K_i\right)[1 + (a_{обс} + a_{отл} + a_{пз})/100]\,K'.$$

Порядок расчета нормы штучного времени на сборочные работы приведен на рис. 12*.

Пример расчета нормы времени на установку штуцера (рис. 13)

Исходные данные: работа выполняется на месте сборки агрегата при ограничении (90°) вращения гаечного ключа. Производство среднесерийное, партия сборки 200 изделий. Количество и характеристика собираемых деталей: корпус цилиндра — один, уплотнитель $D = 18$ мм — один, штуцер М18×1,5, $L = 20$ мм — один.

Порядок расчета.

1. Подразделяем операцию на расчетные комплексы приемов согласно нормативам [21]: а) смазывание и установка уплотнителя на штуцер; б) ввертывание штуцера (в сборе) в корпус цилиндра.

2. Определяем нормативную продолжительность выполнения каждого комплекса приемов.

Содержание расчетного комплекса по карте 28 включает: взять кисть, окунуть в клей, смазать уплотнитель, отложить кисть, установить уплотнитель по месту, прижав по всей поверхности вручную.

По карте 28 (поз. 1) $t_1 = 0{,}15$ мин при D до 32 мм.

По карте 113 содержание расчетного комплекса *б* включает: взять штуцер, ввернуть предварительно вручную, взять ключ и завернуть окончательно, отложить

---

[1] Под расчетным комплексом приемов понимается содержание работы, указанное в карте нормативов.

* Приведенная схема расчета нормы времени может быть использована при составлении алгоритма нормирования ручных работ с применением компьютера.

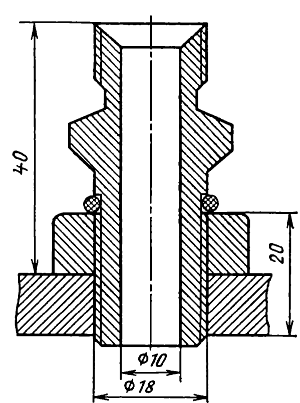


Рис. 13. Эскиз сборочного узла

ключ. Согласно карте 2 (поз. 3) $t_2 = 0{,}3$ мин при $s = 1{,}5$ мм, $L = 20$ мм.

В условиях ограниченного движения инструмента вводится поправочный коэффициент $K_1 = 1{,}4$. Тогда $t_2 = 0{,}3 \times 1{,}4 = 0{,}42$ мин.

3. Определяем время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности рабочего и подготовительно-заключительное время.

По карте 2 для серийного производства установку штуцера можно отнести к простой группе сложности, поэтому $a_{пз} = 1{,}5$ %, $a_{обс} = 2{,}5$ % от оперативного времени $T_{оп}$. По карте 4 при отсутствии подъемно-транспортных механизмов $a_{отл} = 1$ % от $T_{оп}$. По карте 6 определяем коэффициент $K' = 0{,}9$ при партии сборки 200 изделий.

4. Рассчитываем норму штучного времени на операцию: $T_ш = (0{,}15 + 0{,}42)\,[1 + (1{,}5 + 2{,}5 + 1)/100]\,0{,}9 = (0{,}15 + 0{,}42)\,1{,}05 \times 0{,}9 = 0{,}54$ мин.

В условиях повышения требования к точности расчета при больших отклонениях нормативных значений от исходных данных можно использовать приведенные в картах нормативов [21] аналитические формулы для определения нормы времени. В нашем примере это относится к первому комплексу приемов, когда вместо 18 мм мы приняли значение D до 32 мм. Согласно карте 28, аналитическая формула имеет следующее выражение: $t = 0{,}026D^{0{,}5}$ мин. Применим метод логарифмирования для вычисления аналитической формулы

$$\lg t_1 = \lg 0{,}026 + 0{,}5 \lg D.$$

Подставим числовое значение D, тогда $\lg t_1 = \lg 0{,}026 + 0{,}5 \lg 18 = \bar{2}{,}41497 + 0{,}5 \times 1{,}25527 = -1{,}58503 + 0{,}62763 = -0{,}95740$.

Потенцируя полученный результат, определяем время выполнения комплекса приемов: $\lg t_1 = -0{,}95740 = \bar{1}{,}04260$; $t_1 = 0{,}1103 \approx 0{,}11$ мин.

Подставим полученное значение нормативной про-

должительности в расчетную формулу: $T_ш = (0,11 + 0,42) 1,05 \times 0,9 = 0,5$ мин.

Сравнив первый результат $T_ш = 0,54$ мин с $T_ш = 0,5$ мин, получим, что норма времени уменьшилась на 7,4 %.

Особенности нормирования сборочных работ в поточном производстве

Поточно-массовое производство характеризуется не только узкой специализацией рабочих мест, расположением их в технологической последовательности, непрерывным (с небольшими задержками) движением сборочных единиц с одного рабочего места на другое (поток), но и наличием конвейера, связывающего все рабочие места единым ритмом производства.

Конвейер может служить не только транспортным средством для перемещения собираемых деталей, узлов (изделий), но и быть местом, где выполняется сборка. Современное поточное производство оснащается конвейером различной конструкции, например конвейером, на котором, предмет сборки перемещается относительно неподвижного рабочего места. Пример такого конвейера приведен на рис. 14. В движении может находиться как пред-



Рис. 14. Сборочный конвейер с неподвижными рабочими местами

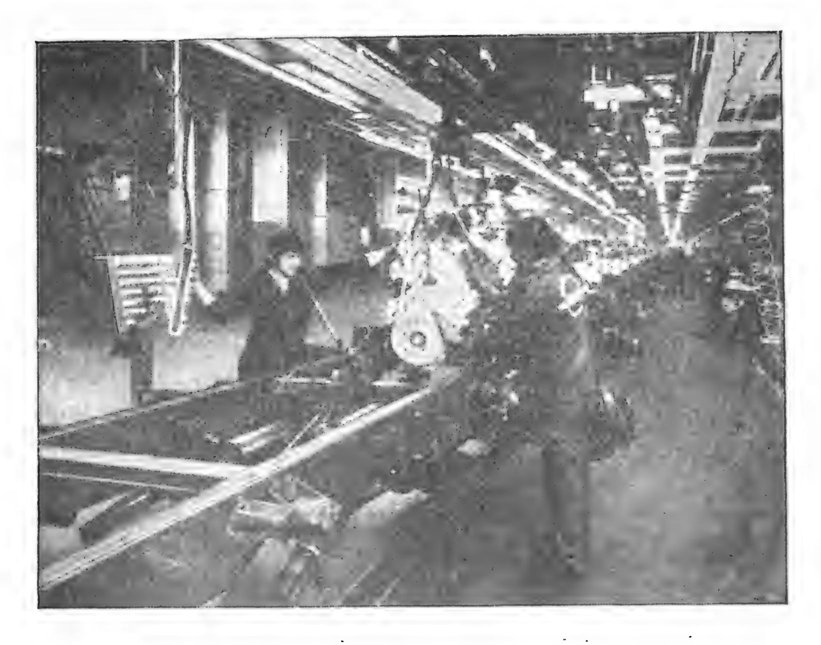


Рис. 15. Сборочный конвейер по сборке двигателей с подвижными рабочими местами (сборка «на ходу»)

мет сборки, так и рабочий, т. е. сборка может выполняться «на ходу». В этом случае конвейер служит рабочим местом, как это видно на рис. 15.

Нормирование труда на движущемся конвейере сводится к определению оперативного времени на выполнение выделенного объема единицы работы (операции) и его приведению к равенству или кратности такту конвейера. Этим достигается синхронизация потока. Выравнивание процесса труда во времени осуществляется путем расстановки рабочих с проверкой их занятости или расчленения операции на более мелкие составные части и перераспределения объема выполняемых работ на рабочем месте, проведения технических мероприятий (механизации работ и т. д.), привлечения для работы «скользящих» (постоянно не закрепленных за рабочим местом) рабочих.

В зависимости от действительного фонда времени работы конвейера *Ф*, ч, и заданной про-

граммы выпуска изделий Q, шт., такт конвейера[1], мин,

$$\tau = \frac{60\Phi}{Q} \text{ или } \tau = \frac{T_{см}\mu - T}{Q},$$

где $T_{см}$ — продолжительность смены, мин; μ — коэффициент использования конвейера во времени; $\mu = 0{,}85 \dots 0{,}95$; T — регламентированные перерывы, мин.

Зная такт конвейера τ и расстояние между центрами рабочих точек сборки на ленте конвейера E (берется по чертежу конвейера или рассчитывается), можно определить скорость конвейера, м/мин

$$v = E/\tau,$$

где $E = L/m$; здесь m — число рабочих точек (рабочих мест) на конвейере; L — длина конвейера, м.

Учитывая требования НОТ и психологические нагрузки на человека при работе на движущихся конвейерах, скорость конвейера регулируют в течение смены, что позволяет достичь наибольшей производительности труда при наименьшей утомляемости рабочих (время регулирования, включения и других задержек учитывается коэффициентом μ). При работе на движущемся конвейере регламентированный процесс обслуживания рабочих мест и отдых рабочих осуществляются одновременно для всего конвейера. Время регламентированных перерывов устанавливается по нормативам.

Примерный порядок нормирования труда на конвейере следующий.

1. Ознакомление с организацией труда на рабочем месте, конструкцией и характеристикой конвейера, условиями работы и заполнение в нормировочной карте (форма 12) всех позиций, отражающих характеристики конвейера.

2. Определение оперативного времени на комплекс приемов или операции по нормативам [21].

3. Определение расчетного числа рабочих и коэффициента их занятости (графы 7 и 8 формы 12) на рабочем месте.

---

[1] Такт конвейера — интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий определенного наименования, типоразмера и исполнения. Если на одном рабочем месте собирают за время такта одно изделие, то такт равен ритму.

ФОРМА 12

Изделие	Двигатель											**Нормировочная карта на сборку изделия на конвейере**
Тип конвейера				На салазках (напольный)								
Скорость $v = 0{,}56$ м/мин				Ритм $R = 2{,}22$ мин				Расстояние между рабочими местами 1,26 м				
Длина конвейера или участка L		88,2 м		$\mu = 0{,}885$				Расстановка рабочих по рабочим местам				
№ по пор.	Содержание работы (операции)	Группа сложности	Разряд рабочего	Оперативное время, мин	Такт конвейера, мин	Расчетное число рабочих	Коэффициент занятости $K_з$	Номер рабочего места	Номер операций, выполняемых на рабочем месте	Потребное число рабочих	Фактический коэффициент занятости на рабочем месте	Обоснование отклонений от расчетных величин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Установить блок на салазки	3	3	0,652	2,22	1	0,294	1	1—2	1	0,994	Технологические условия сборки — объединение двух операций
2	Установить вкладыши и крышки коренных подшипников	3	3	1,57	2,22	1	0,7					
	И т. д. по всем операциям сборки							И т. д. по всем рабочим местам				
								Дополнительное время регламентированных перерывов, % от времени ритма конвейера		На обслуживание 5		Норма штучного времени — 2,57 мин Общий $K_з = 0{,}86$
										На отдых 11		
										Итого K 16,0		

Расчетное число рабочих на i-м рабочем месте определяется из условий синхронизации работы конвейера как отношение оперативного времени $t_{\text{оп }i}$ к такту конвейера τ: $Ч_{\text{р}} = t_{\text{оп }i}/\tau$. Если результат получился дробным, то округляем его до ближайшего, как правило, большего числа, которое принимается в расчет $Ч_{\text{п}i}$. В этом случае коэффициент занятости рабочих на рабочем месте можно определить по формуле $K_{\text{з}} = Ч_{\text{р}i}/Ч_{\text{п}i}$. Общая численность рабочих конвейера $Ч_{\text{к}}$ определяется по расстановке рабочих по рабочим местам, с учетом дополнительной численности $Ч_{\text{д}}$ рабочих, обеспечивающей непрерывность работы конвейера:

$$Ч_{\text{к}} = \sum_{i=1}^{m} T_{\text{оп}i}/\tau K_{\text{з}} + Ч_{\text{д}}.$$

4. Синхронизация работ и расстановка рабочих исходя из равномерности их загрузки и такта конвейера. Например, можно объединить выполнение первого и второго комплексов приемов (операций) на одном рабочем месте одним рабочим (графа 8 формы 12), тогда фактический коэффициент занятости рабочего составит: $K_{\text{з}} = (0{,}294 + 0{,}7)/1 = 0{,}994$ (графа 12 формы 12).

После проведения расстановки рабочих по рабочим местам отдельные расчетные данные проверяют методом хронометража и определяют общую загрузку рабочих на конвейере (общее расчетное число рабочих к принятому по расстановке числу).

В отдельных случаях (технологически неделимая операция, сложные или напряженные условия работы и т. д.) допускается при синхронизации выполнения операций некоторое отклонение от нормативной загрузки рабочего в пределах $K_{\text{з}} = 0{,}85...1{,}1$. Однако в графе 13 формы 12 должно быть дано объяснение такому отклонению с целью дальнейшего совершенствования организации труда.

5. Определение регламентированных перерывов в работе конвейера по нормативам и техническим условиям. При наличии дополнительных («скользящих») рабочих на конвейерах в норму включаются только регламентированные перерывы.

6. Определение нормы штучного времени (при поштучной сборке изделий):

$$T_{\text{ш}} = \tau\,(1 + K/100).$$

При партионной сборке изделий норма штучного времени определяется по формуле

$$T_{ш} = (R/q)(1 + K/100),$$

где R — ритм конвейера, мин, q — количество изделий в партии, шт.

Сборка на конвейере обычно выполняется бригадой, что способствует росту производительности труда, повышению качества собираемых машин и механизмов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Что понимается под сборочной операцией?
2. В чем особенность нормирования сборочных работ?
3. Как учитываются при расчетах нормы времени фактические условия труда рабочего-сборщика?
4. Каково влияние типа производства на выбор метода и способа нормирования сборочных работ?
5. Определите норму времени (см. пример с. 197), используя аналитические формулы на установку штуцера, если $S = 1{,}25$ мм, $L = 30$ мм, $D = 20$ мм. Формула для первого комплекса $t = 0{,}026D^{0{,}5}$, а для второго $t = 0{,}059L^{0{,}63}/S^{0{,}6}$. Условия выполнения работы сохраняются без изменений.
6. В чем особенности нормирования в поточно-массовом производстве?
7. Каким путем достигается синхронизация трудового процесса во времени?
8. Каков порядок нормирования труда на конвейере?
9. Что понимается под расстановкой рабочих по рабочим местам?
10. Как рассчитывается норма штучного времени при сборке на конвейере?

§ 21. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ОБОРУДОВАНИЯ

В процессе ремонта машин и механизмов наиболее трудоемкими и ответственными являются слесарно-сборочные операции. Детали ремонтируемых машин и механизмов в процессе сборки соединяются в соответствии с техническими условиями в порядке, обратном разборке.

Объем слесарных работ при сборке во многом зависит от применяемого метода ремонта (метода полной взаимозаменяемости, выборочной сборки с применением компенсаторов, с индивидуальной пригонкой). Последние два метода требуют больше слесарно-пригоночных работ, особенно когда детали имеют в соединениях зазоры, превышающие допустимые, или требуется их пригонка по месту. Трудоемкость ремонтных операций зависит от вида и сложности ремонта, конструктивных и технологических

возможностей машин, механизмов, оборудования. Сложность ремонта выражается в единицах ремонтной сложности.

Чтобы определить трудоемкость, весь процесс ремонта расчленяют по видам работ, операциям. Каждый вид работ (слесарные, станочные, сварочные и др.) нормируют по соответствующим нормативам, устанавливая пооперационные нормы времени. Например, для слесарных работ норма времени на слесарный ремонт машины (станка), мин

$$T_{р} = \sum_{i=1}^{n} t_{р.\,у\,i} + T_{о.\,р.\,с},$$

где n — число узлов, входящих в машину и подлежащих ремонту; $t_{р.\,у\,i}$ — норма времени на слесарный ремонт i-го узла, входящего в машину (станок); $T_{о.\,р.\,с}$ — норма времени на общую разборку и сборку машины (станка).

Норма времени на слесарный ремонт узла определяется как сумма оперативного времени выполнения каждой операции и времени на обслуживание рабочего места, отдых, подготовительно-заключительную работу. Расчет норм времени осуществляется по нормативам аналогично нормированию слесарных работ (см. гл. III).

Норма времени на общую разборку и сборку машины (станка)

$$T_{о.\,р.\,с} = \sum_{i=1}^{m} t_{рi} + \sum_{j=1}^{m'} t_{сj},$$

где m — число операций по разборке машины (станка); $t_{рi}$ — норма времени на i-ю операцию разборки машины (станка); m' — число операций по сборке машины (станка), включая регулировочные работы; $t_{сj}$ — нормы времени на j-ю операцию по общей сборке машины (станка).

Норма времени по каждой операции определяется способом, изложенным в § 20 нормативов [20]. Общая норма определяется суммированием всех пооперационных норм времени.

Если при ремонте требуется выполнение электромонтажных работ, то нормирование производится по нормативам (укрупненным способом) на весь комплекс работ (пайку и заделку проводов, с испытанием и проверкой монтажных схем и т. д.) или способом установления нормы времени на один типовой элемент работы, например на одну пайку, одну кладку провода и т. д. В этом случае норма

определяется суммированием поэлементных норм, входящих в монтаж прибора или изделия (подробнее об этом см. в справочнике [28]).

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. От чего зависит трудоемкость ремонтных операций?
2. Как расчленяется весь процесс ремонта для целей нормирования?
3. Как определяется норма времени на слесарный ремонт машины (станка)?
4. Как определяется норма времени на общую разборку и сборку машины (станка)?

§ 22. НОРМИРОВАНИЕ СВАРОЧНЫХ РАБОТ

Сварка представляет собой процесс получения неразъемного сборочного соединения деталей путем расплавления свариваемых кромок и наплавления на них присадочного материала или без наплавления металла — при контактной сварке.

В общем виде порядок установления нормы времени на сварку сводится к следующему.

1. Определение способа нормирования. На основе анализа фактических условий работы и сравнения их с нормативными выявляют все отклонения, которые определяют способ нормирования. Например, если сварщик в процессе работы ряд вспомогательных операций не выполняет, то применяют не укрупненный (по картам неполного штучного времени), а дифференцированный способ; если есть отклонения в режимах сварки или подготовки кромок, то расчет производят по формулам.

2. Установление рационального режима сварки, состава и последовательности выполнения трудовых приемов работы (соблюдение требований НОТ и техники безопасности).

3. Расчет нормы времени на сварочную операцию. В общем виде расчет нормы штучного времени осуществляют по формуле

$$T_{ш} = [(T_{о} + T_{в.ш})\, lK_1 + T_{в.из}]\,(1 + K/100)\, K_{п},$$

где T_0 — основное время сварки 1 м длины (погонной) шва, мин; $T_{в.ш}$ — вспомогательное время, связанное с каждым швом [определяется на 1 м длины (погонной)], мин; l — длина сварного шва, м; K_1 — коэффициент, учитывающий особенности сварных швов (короткие, преры-

вистые, кольцевые и т. д.); $T_{в.из}$ — вспомогательное время, связанное со сваркой изделия в целом, мин; K — суммарный коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, % от оперативного времени $T_{оп}$; $K_{п}$ — коэффициент, учитывающий тип производства.

Нормирование сварочных работ имеет следующие особенности: основным временем в сварочных работах является время, затрачиваемое непосредственно на образование сварного шва; вспомогательное время подразделяется на две части: вспомогательное время, связанное с каждым швом (смена электродов, зачистка шва и кромок, зачистка околошовной зоны, осмотр шва и др.), и вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием (перемещение детали, узла, переход вдоль шва и т. д.); расчет основного времени зависит от вида сварки: при дифференцированном способе нормирования расчет производится по формулам, а при укрупненном — по неполному штучному времени в минутах на 1 м длины (погонной) по картам нормативов для каждого вида сварки:

$$T_{н.ш} = (T_{о} + T_{в.ш})(1 + K/100).$$

Дуговая сварка

Дуговая сварка получила наиболее широкое распространение на машиностроительных предприятиях. Различают дуговую сварку с незащищенной и защищенной дугой, т. е. когда сварку производят под слоем флюса или в защитном газе. При этом для всех видов дуговой сварки и способов ее выполнения (ручной, полуавтоматической, автоматической) сохраняется общий порядок нормирования.

Расчет основного времени

Основное время, т. е. время горения дуги и наплавления металла электрода, зависит от количества электродного материала G, который наплавляется для образования шва, и скорости наплавки v (количества наплавляемого металла в единицу времени).

Количество электродного материала G определяется в зависимости от общей площади поперечного сечения шва F, мм², длины шва L, м, удельного веса наплавленного металла γ, г/см³. Скорость наплавки зависит от силы тока

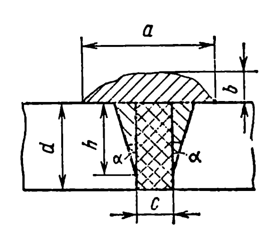


Рис. 16. Эскиз поперечного сечения сварочного узла

I, А, и коэффициента наплавки $\alpha_н$, который определяется в зависимости от марки электрода и его покрытия, рода тока (постоянного, переменного).

В общем виде основное время для дуговой сварки, мин

$$T_о = 60\,FL\gamma/(l\alpha_н).$$

Если свариваются кромки металла большой толщины, то сварка производится в несколько слоев (в зависимости от толщины слоя) электродами разных диаметров. В этом случае основное время определяют для каждого слоя, а потом суммируют. Число проходов определяется в зависимости от метода сварки. Например, для ручной дуговой сварки число проходов

$$n = (F - f_1)/f_n + 1,$$

где f_1 и f_n — площадь поперечного сечения шва соответственно первого прохода и последующего прохода, мм^2.

Площадь поперечного сечения шва при многослойных швах определяют по нормативам или путем расчета. На рис. 16 приведен пример расчленения общей площади на отдельные [1] расчетные части (f_1, f_2, ..., f_n) для V-образного шва со скосом кромок.

В общем виде основное время определяется по формуле

$$T_о = 60 f_1\gamma/(l\alpha_н) + \cdots + 60 f_n\gamma/(l_n\alpha_н).$$

Для автоматической и полуавтоматической дуговой сварки основное время определяется в минутах на 1 м длины сварного шва по формуле

$$T_о = 60\,(l/v_{св1} + \cdots + l/v_{св\,n}),$$

где $v_{св}$ — скорость сварки для каждого прохода, м/ч.

Режим сварки устанавливается в зависимости от рода тока и его полярности [23] применительно к автоматической дуговой сварке высоколегированных сталей под слоем флюса. В случае отклонения фактического режима сварки от нормативного производится соответствующая корректировка основного времени.

[1] Формулы расчета площади составных частей: треугольник $f = h^2 \operatorname{tg}\alpha/2$; прямоугольник $f = cd$; сектор $f = 0{,}75ab$.

Расчет вспомогательного времени

Вспомогательное время, зависящее от длины шва. Определение вспомогательного времени, связанного с каждым швом $T_{в.ш}$, производят по нормативам [23].

Для упрощения расчетов время на смену электрода $t_{в.см}$ или время на смену присадочных прутков определяют на сварку 1 м шва площадью сечения 1 мм². Это время либо включают в состав неполного штучного времени, приводимого в картах нормативов [23], либо определяют по следующим формулам:

суммарное время на смену электродов, мин

$$\sum t_{в.ш} = t_{в.см} f_1 + t_{в.см} f_{n-1};$$

суммарное время на смену присадочных прутков, мин

$$\sum t_{в.ш} = t_{в.см} F,$$

где f_1 и f_{n-1} — площадь соответственно первого и последующих проходов шва, мм²; n — число проходов, определяемых по ранее приведенной формуле.

Суммарное время на зачистку шва от шлака после каждого прохода рассчитывается на основе корректировки нормативного времени:

для однопроходного шва

$$t_{в.шл} = 0{,}7 t_{в.шл.н};$$

для многопроходных швов

$$t_{в.шл} = 0{,}7 t_{в.шл.н} + t_{в.шл(n-1)}.$$

Вспомогательное время, связанное со свариваемым изделием. Вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, определяют по нормативам [23]. Факторами, влияющими на продолжительность этого вспомогательного времени, являются: масса детали (узла, изделия), ее конфигурация, расстояние перемещения (планировка рабочего места сварщика), способ перевертывания изделия и транспортирование свариваемых деталей, узлов, метод контроля качества сварки и клеймение.

При автоматической сварке к вспомогательному времени, зависящему от изделия, относят время на подготовку автомата к сварке (перемещение и опускание несущей конструкции к шву, засыпка флюса, пуск и отключение автомата и др.).

При ручной сварке все отклонения от нормативных условий учитывают поправочными коэффициентами на нормативную продолжительность элемента вспомогательного времени по картам нормативов [23].

Расчет времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности

В зависимости от условий сварки и уровня автоматизации технологического процесса время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности определяется по нормативам в процентах от оперативного времени. При сварке в среде защитных газов этот процент несколько выше, чем при дуговой сварке.

Расчет подготовительно-заключительного времени

Подготовительно-заключительное время для всех видов сварки включает затраты времени на получение задания, инструмента, электродов и подготовку рабочего места к работе. Оно устанавливается на задание (партию) в минутах. Например, время на ознакомление с работой составляет для простой работы (сварки, не требующей изучения технической документации, подготовки приспособлений, инструктажа) на автомате 3 мин, а вручную 2 мин (карта 55).

Контактная сварка

Нормирование контактной сварки осуществляется по нормативам. Основное время не зависит от типа производства и определяется продолжительностью прямого и обратного ходов электрода. В этом случае скорость сварки зависит от числа рабочих ходов электрода в минуту. В состав основного времени включают время на опускание и сближение электродов, их сжатие и давление, протекание тока, выдержку при повышенном давлении и время на возвращение электрода в исходное положение.

Вспомогательное время при нормировании контактной сварки не подразделяют на укрупненные комплексы, как это принято для дуговой сварки. В состав вспомогательного времени включают время на выполнение следующих элементов операции: установку и съем детали и узла, крепление и открепление всех деталей и узла на шаг или одно перемещение клещей, зачистку электрода при сварке алюминиевых сплавов и коррозионно-стойких сталей.

Таблица 6

Расчет нормы штучного времени на контактную сварку

Род сварки	Основное время $T_о$, мин	Норма штучного времени на операцию, мин
Точечная сварка на машинах без автоматического и с автоматическим управлением	$T_о = 1/n + t_{в.р}/a$, где $T_о$ — основное время сварки одной точки, мин; n — число рабочих ходов в минуту; $t_{в.р}$ — время включения рабочего хода, мин; a — число точек, свариваемых за одно включение машины	$T_ш = (T_о m + T_в) K$, где m — число точек, подлежащих сварке за операцию[1]; $T_в$ — вспомогательное время на операцию, мин; K — коэффициент, учитывающий время на обслуживание, отдых и личные потребности
Роликовая сварка	$T_о = 1/v$, где $T_о$ — основное время сварки 1 м длины шва; v — скорость сварки, м/мин	$T_ш = (T_о L + T_в) K$, где L — длина сварного шва, м
Стыковая сварка	$T_о = 1/n + t_{в.р}$, где $T_о$ — основное время сварки одного стыка, мин	$T_ш = (T_о + T_в) K$, где $T_в$ — вспомогательное время на сварку одного стыка, мин (переход или операция)

[1] На многоточечных машинах продолжительность одного рабочего хода составляет время сварки всех точек m.

Периодичность зачистки контактных поверхностей электродов определяют технологическими требованиями через заданное число точек B, поэтому при расчете вспомогательного времени нормативное время на зачистку электрода делят на число точек.

Если при контактной сварке время на перемещение клещей перекрывается временем на автоматическое раскрытие и сближение электродов, то оно не включается в норму времени.

Основное время и норму штучного времени на контактную сварку рассчитывают по формулам, приведенным в табл. 6.

Газовая сварка

Газовая сварка производится с помощью сжигания ацетилено-кислородной смеси. Для образования газовой смеси и ее сжигания используют специальную сварочную горелку. В зависимости от ее технологического назначения горелка имеет различные номера наконечников. Сварка производится с помощью присадочного материала. Например, при сварке стали в качестве присадочного материала используется малоуглеродистая проволока.

Нормирование газовой сварки имеет некоторые особенности. Основным фактором, влияющим на продолжительность расплавления металла, является наконечник сварочной горелки. Чем больше номер наконечника, тем быстрее протекает сварка. Номер наконечника выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла.

Основное время газовой сварки включает три элемента, мин: время сварки $t_{св}$, время прогрева $t_{прг}$ и время прихвата $t_{прх}$:

$$T_о = t_{св} + t_{прг} + t_{прх}.$$

Вспомогательное время подразделяется на вспомогательное время, связанное с прихватом (включается в состав основного времени), вспомогательное время, связанное со сварным швом, и вспомогательное время, связанное со свариваемыми деталями (узлом, изделием).

Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности определяется по нормативам в зависимости от условий работы и задается суммарным коэффициентом K.

Норма штучного времени на газовую сварку, мин

$$T_ш = [(T_о + T_{в.\,ш}) l + T_{в.\,из}] K,$$

где $T_{в.\,ш}$ — вспомогательное время, связанное со сварным швом, мин; оно включает время на выполнение следующих элементов ручной работы: смену присадочного прутка, зачистку свариваемых кромок и их подготовку, зачистку шва, осмотр и промеры шва; l — длина сварного шва, которая задается технологическими условиями сварки; $T_{в.\,из}$ — вспомогательное время, связанное со свариваемым узлом (изделием).

Время на смену присадочного прутка и на приварку его к огарку зависит от числа прутков, необходимых для выполнения данного шва, которое определяют отношением всего объема наплавленного металла к объему металла присадочного прутка.

Применяя нормативы [24], при расчете нормы штучного времени на газовую сварку используют укрупненный способ расчета по неполному штучному времени $T_{н.ш}$ на 1 м сварного шва, которое включает основное время T_0; вспомогательное время, связанное со сварным швом $T_{в.ш}$; время на обслуживание рабочего места, время на отдых и личные потребности рабочего; подготовительно-заключительное время. В этом случае формула нормы штучного времени примет следующий вид:

$$T_ш = T_{н.ш} l + (p - 1) t_{раз} + t_{в.из},$$

где p — число швов на свариваемом изделии; $t_{раз}$ — время на разогрев металла в начале сварки, мин.

Пример расчета нормы штучного времени

Используя общемашиностроительные нормативы [24], определим норму времени на газовую (ацетилено-кислородную) сварку трубопровода. Сварка производится в приспособлении, встык, без скоса кромок, толщина трубопровода b=5 мм, диаметр D=30 мм, материал — малоуглеродистая сталь, масса — 6 кг, производство серийное.

Согласно нормативам [24, с. 5] норму времени на сварку труб (мин) рассчитывают по формуле

$$T_ш = (T_{н.ш} K' + T_{в.из} + t_n) K_п,$$

где K' — поправочный коэффициент на условия работы.

По карте 20, лист 2 при D = 30 мм (индекс шва С17) и b = 5 мм $T_{н.ш}$ = 2,54 мин. Вспомогательное время $T_{в.из}$ определяют по карте 24, лист 1. При сварке в приспособлении (установить и снять) трубопровода массой до 8 кг время $T^1_{в.из}$ = 0,392 мин. Время на поворот приспособления $T^2_{в.из}$ = 0,130 мин.

K' = 1 (малоуглеродистая сталь и сварка производится в удобном нижнем положении); $K_п$ = 0,9 — производство серийное.

Норма штучного времени на операцию

$$T_ш = (2,54 + 0,392 + 0,130)\, 0,9 = 2,76 \text{ мин.}$$

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Каков общий порядок нормирования сварочных работ?
2. Как определяется основное время для автоматической дуговой сварки?
3. Назовите основные составляющие вспомогательного времени при выполнении дуговой сварки.
4. В чем особенность расчета основного времени при контактной сварке?
5. Как рассчитывается норма времени на газовую сварку?

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИЗ ОБЩЕМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ НОРМАТИВОВ ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО НОРМИРОВАНИЮ

Извлечения из нормативов режимов резания [10]

Подачи в зависимости от заданной шероховатости поверхности			Точение
Чугун			Карта 3
Шероховатость поверхности (класс чистоты)	Радиус при вершине резца, мм		
	0,5	1,0	2,0
	Подача, мм/об		
$Rz = 40 \dots 20$ ($\nabla 4$)	0,25—0,4	0,40—0,65	0,5—0,6
$Rz = 20 \dots 10$ ($\nabla 5$)	0,15—0,25	0,25—0,4	0,4—0,5
$Ra = 2{,}5 \dots 1{,}25$ ($\nabla 6$)	0,1—0,15	0,15—0,20	0,2—0,35

Примечание. Ориентировочно следует принимать радиус при вершине резца: 0,5 мм для резцов сечением до 12 × × 20 мм включительно; 1,0 мм для резцов сечением до 30 × × 30 мм; 2,0 мм для всех резцов сечением 30 × 45 мм и более.

Мощность, потребная на резание			Точение и растачивание				
Чугун серый. Резцы с пластинками из твердого сплава			Карта 8				
Глубина резания, мм, до	Подача, мм/об, до						
2,8	0,25	0,3	0,37	0,47	0,6	0,75	0,96
3,4	—	0,25	0,3	0,37	0,47	0,6	0,75
4,0	—	—	0,25	0,3	0,37	0,47	0,6
4,8	—	—	—	0,25	0,3	0,37	0,47
5,7	—	—	—	—	0,25	0,3	0,37
6,8	—	—	—	—	—	0,25	0,3

Скорость резания, мм/мин, до	Мощность резания, кВт						
59	—	—	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0
70	—	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4
84	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,9
100	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,9	3,4
120	1,4	1,7	2,0	2,4	2,9	3,4	4,1
142	1,7	2,0	2,4	2,9	3,4	4,1	4,9

Примечание. При одновременной работе несколькими резцами мощность, потребную на резание, суммировать.

Скорость резания	Точение, растачивание
Чугун серый. Резцы с пластинками из твердого сплава ВК6	Карта 9

Группа твердости по Бринеллю НВ			Подача, мм/об, до				
143—229	170—225	197—269					
Глубина резания, мм, до							
0,8	—	—	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3
1,8	0,8	—	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0
4	1,8	0,8	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75
9	4	1,8	—	0,14	0,23	0,42	0,56

Характер обработки	Главный угол в плане φ, градус	Скорость резания, м/мин				
Наружное продольное и поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки 0,8—1,0	45—60	137	122	108	96	86
	90	114	101	90	80	71
Поперечное точение при отношении диаметров начальной и конечной обработки 0,5—0,7	45—60	165	147	130	116	103
	90	137	122	108	96	86
Растачивание (до диаметра 500 мм)	45—60	124	110	98	87	77
	90	103	92	81	72	64

Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от:						
марки твердого сплава				состояния поверхности		
				без корки	с коркой	
ВК6	ВК8	ВК3	ВК2		литейной	литейной загрязненной
1,0	0,83	1,15	1,2—1,25	1,0	0,8—0,85	0,5—0,6

Подачи							Сверление
Чугун серый. Сверла из стали Р18 (Р6М5)							Карта 46

Диаметр сверла, мм, до	Группа твердости по Бринеллю					
	HB < 229			HB > 229		
	Группа подач					
	I	II	III	I	II	III
	Подача, мм, до					
4	0,18—0,22	0,13—0,17	0,09—0,11	0,11—0,13	0,08—0,10	0,05—0,07
8	0,36—0,44	0,27—0,33	0,18—0,22	0,22—0,26	0,16—0,20	0,11—0,13
10	0,47—0,57	0,35—0,43	0,23—0,29	0,28—0,34	0,21—0,25	0,13—0,17
16	0,61—0,75	0,46—0,56	0,31—0,37	0,37—0,45	0,27—0,33	0,18—0,22
20	0,70—0,86	0,52—0,64	0,35—0,43	0,43—0,53	0,32—0,40	0,22—0,26
25	0,78—0,96	0,58—0,72	0,39—0,47	0,47—0,57	0,35—0,43	0,23—0,29
30	0,9—1,1	0,67—0,83	0,45—0,55	0,54—0,66	0,40—0,50	0,27—0,33
Св. 30 до 60	1,0—1,2	0,80—0,90	0,50—0,60	0,70—0,80	0,50—0,60	0,35—0,40

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от глубины сверления (для I группы подач)

Глубина сверления в диаметрах сверла	3	5	7	10
Коэффициент K_{ls}	1,0	0,9	0,8	0,75

Примечание. Технологические факторы выбора подач.

I группа подач. Сверление отверстий в деталях большой жесткости без допуска или с допуском до *IT*12—*IT*13 квалитета (5-го класса точности) под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом.

II группа подач. Сверление отверстий в деталях средней жесткости без допуска или с допуском до квалитета *IT*12—*IT*13 (5-го класса точности) под последующую обработку сверлом, зенкером или резцом.

III группа подач. Сверление точных отверстий при последующей обработке развертками. Сверление в деталях малой жескости. Ручные подачи.

Скорость резания	Сверление
Чугун серый. Сверла из стали Р18 (Р6М5)	Карта 47

Группа твердости по Бринеллю НВ	Подача s, мм/об, до							
143—229 170—255 197—269	0,20 0,16 0,13	0,24 0,20 0,16	0,30 0,24 0,20	0,40 0,30 0,24	0,53 0,40 0,30	0,70 0,53 0,40	0,95 0,70 0,53	1,3 0,95 0,70

Форма заточки	Диаметр сверла, мм	Скорость резания V, м/мин							
Двойная ДП	До 20 Св. 20	— —	— —	34 —	30 35	27 31	24 27,5	21 24,5	19 22
Нормальная Н и НП	До 3,2 До 8 До 20 Св. 20	28 31 — —	25 28 31 —	22 25 28 31	20 22 25 28	17,5 20 22 25	15,5 17,5 20 22	14 15,5 17,5 20	12,5 14 15,5 18

Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от:					
длины отверстия в диаметрах сверла				материала инструмента	
3	5	7	10	Р18 (Р6М5)	9ХС
1,0	0,9	0,8	0,75	1,0	0,6

Примечание. Табличные скорости резания действительны для подач, не превышающих пределы, установленные в карте 46.

Подачи	Зенкерование
Чугун. Зенкеры с пластинками из твердого сплава	Карта 73

Диаметр зенкера, мм, до	Группа твердости по Бринеллю НВ			
	до 229		св. 229	
	Группа подач			
	I	II	I	II
	Подача, мм/об			
15	0,70—0,90	0,55—0,60	0,50—0,65	0,40—0,45
20	0,90—1,1	0,60—0,70	0,60—0,75	0,50—0,55
25	1,0—1,2	0,75—0,80	0,70—0,80	0,55—0,60
30	1,1—1,3	0,80—0,90	0,80—0,90	0,60—0,70
35	1,2—1,5	0,90—1,0	0,90—1,0	0,65—0,75
40	1,4—1,7	1,0—1,1	1,0—1,2	0,70—0,80
50	1,6—2,0	1,1—1,3	1,2—1,4	0,85—1,0

Примечание. Подачи даны для случаев обработки сквозных отверстий. При зенкеровании глухих отверстий, особенно при одновременной обработке дна отверстия рекомендуются подачи 0,3—0,6 мм/об.

Технологические факторы выбора группы подач

I группа. Зенкерование отверстия без допуска или с допуском *IT*12—*IT*13 квалитета (5-го класса точности) под последующую обработку зенкером с разверткой или двумя развертками.

II группа. Зенкерование отверстий при повышенных требованиях к параметрам шероховатости поверхности; по квалитету *IT*9—*IT*11 (3—4-й классы точности) с малой глубиной резания; под последующую обработку одной разверткой; под нарезание резьбы.

Скорость резания										Зенкерование
Чугун серый. Зенкеры с пластинками из твердого сплава ВК8										Карта 76
Группа твердости по Бринеллю НВ			Подача, мм/об, до							
143—229	170—255	197—269								
Глубина резания, мм, до										
1,3	0,6	—	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	
2,7	1,3	0,6	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	
6,0	2,7	1,3	—	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	
13	6,0	2,7	—	—	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	
Диаметр зенкера, мм			Скорость резания, м/мин							
14—80			123	109	97	87	77	68	61	

Поправочные коэффициенты на скорость резания в зависимости от:

состояния поверхности заготовки		марки твердого сплава		
без корки	с литейной коркой	ВК8	ВК6	ВК4
1,0	0,8	1,0	1,2	1,3—1,4

Режимы резания				Развертывание
Чугун. Развертки машинные с пластинками из твердого сплава				Карта 81
Диаметр развертки, мм	10—20	21—40	41—60	Св. 60
Подача, мм/об	0,8—1,2	1,0—1,3	1,0—1,5	1,5—2,0
Скорость резания, м/мин	60—80			

Подачи					Фрезерование пазов
Чугун. Фрезы дисковые трехсторонние из стали Р18 (Р6М5)					Карта 184
Диаметр фрезы, мм	Число зубьев фрезы	Ширина фрезерования, мм	Глубина резания, мм, до		
			5	10	15
			Подача на один зуб фрезы, мм/зуб		
60	16	6—12	0,12—0,08	0,10—0,06	0,08—0,05
75	18 12	10—20	0,12—0,08 0,18—0,12	0,10—0,06 0,15—0,10	0,08—0,05 0,12—0,08

Режимы резания											Фрезерование пазов
Чугун серый. Фрезы дисковые из стали Р18 (Р6М5)											Карта 187
Диаметр / число зубьев	Ширина фрезерования, мм	Глубина резания, мм	Подача на один зуб фрезы, мм/зуб, до								
			0,05			0,07			0,10		
			v	n	$s_м$	v	n	$s_м$	v	n	$s_м$
60 / 16	6—12	10 14 18	56 48,5 41,5	296 257 220	227 197 169	49,5 43 37	263 228 198	269 234 201	44 38 33	233 203 174	322 281 241
75 / 18	8—16	10 14 18	55 48 41	236 203 175	204 175 151	49,5 42,5 36,5	210 181 156	242 208 180	44 37,5 32,5	186 160 138	288 248 214
75 / 10	12—24	10 14 18	66 57 49,5	282 243 210	135 116 101	59 51 44	250 216 187	160 138 120	52 45 39	222 192 165	191 165 142

Поправочные коэффициенты на режимы в зависимости от группы твердости по Бринеллю чугуна:

Твердость НВ	143—229	170—255	197—269
Коэффициенты $K_{Mv} = K_{Mn} = K_{Ms_м}$	1,0	0,9	0,8

Извлечения из нормативов режимов резания [11]

Долбяки дисковые зуборезные				Зубодолбежные станки
Подачи				Карта 13
Характер обработки		Обрабатываемый материал	Модуль, мм, до	Подача на двойной ход, мм/дв. ход
Чистовая	По сплошному металлу	Сталь 45, HB 170—207	2—3	0,25—0,3
		Чугун, HB 170—229		0,3—0,35
	По предварительно обработанному зубу	Сталь 45, HB 170—207	4—8	0,22—0,25
		Чугун, HB 170—229		0,35

Примечания. 1. Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от механической характеристики стали см. в карте 14 [11].

2. Бо́льшие значения подач следует применять при обработке зубчатых колес с числом зубьев св. 25; меньшие — с числом зубьев до 25.

3. Радиальные подачи (подача при врезании) следует принимать равными 0,1—0,3 от подачи на двойной ход.

Режимы резания		Зубодолбежные станки
Стали углеродистые легированные		Карта 14
Характер обработки	Подача на двойной ход, мм/дв. ход	Скорость резания, м/мин
Чистовая по предварительно прорезанному зубу	0,16 0,20 0,26 0,32	43,5 39 34,2 30,7

<table>
<tr><td colspan="7">Поправочные коэффициенты на режимы резания в зависимости от:</td></tr>
<tr><td rowspan="4">механической характеристики стали</td><td colspan="2">Марка стали</td><td>45</td><td colspan="3">40Х</td></tr>
<tr><td colspan="2">Твердость по Бринеллю НВ</td><td>170—207</td><td colspan="2">До 241</td><td>156—207</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Коэффициенты</td><td>на скорость K_{Mv}</td><td>1</td><td colspan="2">0,8</td><td>1</td></tr>
<tr><td>на подачу K_{Ms}</td><td>1,0</td><td colspan="2">0,9</td><td>1,0</td></tr>
<tr><td rowspan="2">угла наклона зуба</td><td colspan="2">Угол наклона β, градус</td><td>0</td><td>15</td><td>30</td><td>45</td></tr>
<tr><td colspan="2">Коэффициент на скорость $K_{\beta v}$</td><td>1,0</td><td>0,9</td><td>0,85</td><td>0,7</td></tr>
</table>

Извлечения из нормативов времени [13]

Поправочные коэффициенты на вспомогательное время в зависимости от типа производства $K_{tв}$ — Карта 1

Группа станков	Время обработки партии деталей, рабочих смен			
	0,25	0,26—0,5	0,51—1,0	1,0—2,0
Мелкие станки I—II группы	1,15	1,0	0,87	0,76
Средние станки III—IV группы	1,52	1,32	1,15	1,0
Крупные станки V—VI группы	—	—	1,52	1,32
Индекс	а	б	в	г

Время перерывов на отдых и личные потребности							Карта 46
Позиция	Характер подачи	Масса детали, кг, до	Машинно-ручное время в оперативном, %	Оперативное время операции, мин, до			
				0,1	0,2	0,5	1,0 и выше
				Время, %			
1	Ручная	1	20	7	6	5	4
2			40	7	6	6	5
3			80	7	7	7	7
4		5	20	—	7	6	5
5			40	—	7	6	6
6			80	—	7	7	8
7		10	20	—	—	7	5
8			40	—	—	7	6
9			80	—	—	8	8
13	Механическая	—	—	4	4	4	4
Индекс				а	б	в	г

Вспомогательное время на установку и снятие детали Установка в самоцентрирующем патроне							Карта 2
Позиция	Способ установки детали		Масса детали, кг, до				
			0,50	1,00	3,00	5,00	8,00
			Время, мин				
2	В патроне с креплением ключом	без выверки	0,18	0,23	0,32	0,37	0,43
5	В патроне с креплением пневматическим зажимом	без выверки	0,12	0,13	0,17	0,19	0,23
9	В патроне с центром задней бабки при подводе пиноли	вращением маховичка	0,26	0,31	0,40	0,48	0,55
		пневматическим устройством	0,23	0,27	0,36	0,43	0,55
Индекс			е	ж	з	и	к

Вспомогательное время на установку и снятие детали Установка в тисках (время на комплект деталей)								Карта 9
Позиция	Способ установки детали	Число одновременно устанавливаемых деталей	Масса детали, кг, до					
			0,50	1,00	3,00	5,00	8,00
			Время, мин					
10	В тисках с пневматическим зажимом (без выверки)	1	0,12	0,13	0,15	0,22	0,26
11		2	0,20	0,22	0,26	0,37	0,44
13		4	0,34	0,37	0,43	0,60	0,85
23	В самоцентрирующихся призматических тисках		0,11	0,12	0,14	0,15	0,18
Индекс			е	ж	з	и	к

Вспомогательное время на установку и снятие детали Установка в специальных приспособлениях								Карта 18
Позиция	Основные элементы	Установочная плоскость	Тип приспособления	Масса детали, кг, до				
				0,50	1,00	3,00	5,00	8,00
				Время, мин				
1	Плоскость призма	Горизонтальная	Открытый	0,08	0,09	0,11	0,14	0,15
2			Закрытый	0,09	0,10	0,12	0,15	0,17
3		Вертикальная	Открытый	0,09	0,10	0,12	0,15	0,17
4			Закрытый	0,10	0,11	0,14	0,16	0,18
Индекс				е	ж	з	и	к

Вспомогательное время на установку и снятие детали			Установка на круглом столе зубофрезерного станка Карта 16			
Позиция	Способ установки детали		Масса детали, кг, до			
			0,5	1,0	3,0	8,0
			Время, мин			
1	На концевой оправке с гайкой		0,29	0,36	0,50	0,65
2	На концевой оправке с поджатием центром		0,30	0,40	0,55	0,70
3	В центрах с поджатием вращением маховичка		0,13	0,15	0,19	0,29
4	На оправке с подставками	с выверкой индикатором	—	—	—	2,0
6	При установке на оправке нескольких деталей добавлять на каждую последующую		0,11	0,14	0,19	0,26
Индекс			е	ж	з	и

Аналитические формулы

1. Вспомогательное время на установку и снятие детали t вручную или подъемником при станке (см. приложение 15, лист 2):

для деталей массой 0,01—0,08 кг $t = a/m^x$,

для деталей массой свыше 0,08 кг $t = am^x$.

2. При работе из прутка $t = ad^x l^y$ (см. приложение 17, лист 2). Здесь a, x, y — коэффициенты; m — масса детали; d — диаметр прутка; l — длина выдвижения прутка.

Время на обслуживание рабочего места				Карта 45
Позиция	Тип и характеристика станка			$a_{обс}$, %
2 3	Токарно-винторезные	Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка, мм, до	250 400	3,0 4,0
22 24	Вертикально- и радиально-сверлильные	Наибольший диаметр сверления, мм, до	35 50	4,0 4,0
34 35	Горизонтально-, вертикально-, универсально-фрезерные	Длина стола, мм, до	500 800	2,5 3,0
49 50	Поперечно-строгальные, долбежные	Наибольшая длина хода ползуна, мм, до	500 1000	3,5 4,5
64 65	Зубофрезерные	Наибольший нарезаемый модуль, мм, до	6 12	4,0 4,5
67 68	Зубодолбежные	То же	6 12	4,0 4,5
82	Протяжные станки для внутреннего протягивания			3,5

Круглошлифовальные станки					Продолжение карты 45	
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия до 360 мм						
Время на одну правку шлифовального круга, мин						
Позиция	Характер правки	Наименование правящего инструмента	Поверхность правки	Ширина круга, мм, до	Шероховатость поверхности Ra, мкм	
					1,25—2,5	0,63
1 2 3 4	С установкой правящего инструмента на станке	Алмаз, алмазно-металлический карандаш	Периферия круга	20 40 60 80	1,5 1,8 2,0 2,3	1,6 2,0 2,3 2,6
Время на организационное обслуживание рабочего места, %						1,0

Вспомогательное время, связанное с переходом Токарно-винторезные станки	Карта 20

Позиция	Характер обработки, способ установки инструмента на стружку		Измеряемый размер, мм, до	Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка, мм, до 250	 400
				Время, мин	
3	Продольное точение	резцом, устанавливаемым на размер	100	0,09	0,11
6		с установкой резца по лимбу (упору)	100	0,14	0,17
22	Растачивание с квалитетом	со взятием пробных стружек [$IT8$—$IT9$ (3-й класс точности)]	50	0,38	0,42
23			100	0,50	0,55
34	Поперечное точение	с установкой резца по лимбу (упору)	—	0,17	0,20

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Позиция	Наименование приемов	Время, мин	
80	Изменить частоту вращения шпинделя	0,07	0,08
81	Изменить величину или направление подачи	0,05	0,06
82	Сменить резец поворотом резцовой головки	0,07	0,07
93	Закрыть или открыть щиток ограждения от стружки	0,02	0,03
Индекс		б	в

Подготовительно-заключительное время на партию деталей Токарно-винторезные станки	Карта 47

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений

Позиция	Вид обработки и наладки	Число режущих инструментов в наладке	Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной станка, м, до		
			250	400	630
			Время, мин		
1	Обработка цилиндрических поверхностей	2	10	14	16
2		4	11	16	18

II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки

7	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	7—8	8—10

III. Добавлять к времени на наладку станка

8	При обработке конических отверстий	2,5	3,0	3,0
9	При обработке резьбы	—	4	5
Индекс		б	в	г

Вспомогательное время, связанное с переходом. Вертикально- и радиально-сверлильные станки	Карта 25

Позиция	Характер обработки	Вид подачи	Наибольший диаметр сверления, мм, до				
			35		50		
			Длина горизонтального перемещения инструмента для обработки следующего отверстия, мм, до				
			0	200	0	200	500
			Время, мин				
4	Сверление по кондуктору	Механическая	0,08	0,10	0,09	0,12	0,15
5	Рассверливание, зенкерование, развертывание	Ручная	0,06	0,08	0,07	0,10	0,13
Индекс			б	в	д	е	ж

Примечания. 1. При сверлении с предварительной засверловкой отверстия по кондукторной втулке и последующем сверлении без втулки время по поз. 4 и 5 удваивается.

2. Время на проход при обработке на вертикально-сверлильных станках нормируется по горизонтальному перемещению инструмента, равному 0.

Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс

Позиция	Наименование приемов		Наибольший диаметр сверления, мм, до	
			35	50
			Время, мин	
10	Включить или выключить вращение шпинделя	кнопкой	0,02	0,02
11		рычагом	0,02	0,03
12	Изменить частоту вращения шпинделя или величину подачи		0,07	0,08
Индекс			б	в

Позиция	Наименование приемов		Число инструментов	Время мин
22	Установить и снять инструмент	в конус шпинделя	2	0,12
23		при конусе	3	0,15
24		Морзе № 3	4	0,18

Подготовительно-заключительное время на партию деталей Вертикально- и радиально-сверлильные станки	Карта 52

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений

Позиция	Вид обработки и наладки	Число режущих инструментов в наладке, до	Наибольший диаметр сверления, мм, до	
			35	50
			Время, мин	
1	Обработка отверстий	3	12	12
2		6	14	14
	Индекс		б	в

II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки

7	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	5—7

III. Добавлять к времени на наладку станка

10	При обработке с многошпиндельной сверлильной головкой	20

Вспомогательное время, связанное с переходом Горизонтально-, вертикально- и универсально-фрезерные станки					Карта 27
Позиция	Характер обработки, способ установки инструмента на стружку		Длина стола, мм, до		
			500	800	1250
			Время, мин		
2	Фрезерование плоскостей, фасонных поверхностей и пазов	фрезой, установленной на размер	0,12	0,14	0,17
3		с установкой фрезы по лимбу	0,26	0,30	0,38
Время на приемы, связанные с переходом, не вошедшие в комплекс					
15	Изменить частоту вращения шпинделя		0,06	0,07	0,08
16	Изменить величину или направление подачи		0,05	0,06	0,07
19	Поставить и снять щиток ограждения от стружки	шарнирный	0,05	0,05	0,06
20		съемный	0,16	0,16	0,18
Индекс			а	б	в

Подготовительно-заключительное время на партию деталей Горизонтально-, вертикально- и универсально-фрезерные станки				Карта 54
I. На наладку станка, инструмента и приспособлений				
Позиция	Вид обработки и наладки	Длина стола, мм, до		
		500	800	1250
		Время, мин		
1	Обработка плоскостей, пазов, фасонных поверхностей	10	11	12
II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки				

Позиция	Вид обработки и наладки	Длина стола, мм, до 500	800	1250
		Время, мин		
7	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	7		
III. Добавлять к времени на наладку станка				
8	При обработке на круглом столе	6	7	8
10	При обработке с делительной головкой	5	6	6
12	При обработке с поддерживающей стойкой на каждую стойку	—	2	2
Индекс		а	б	в

Вспомогательное время, связанное с переходом
Станки для однопереходной обработки

Карта 33

Позиция	Тип станка	Характер обработки, способ выполнения работы					Время, мин
10	Зубофрезерные с ручным управлением	Обработка цилиндрических колес	Модуль, мм, до	1	Длина обработки, мм, до	50	0,20
11						100	0,28
12				6		100	0,31
13						200	0,47
14				12		100	0,35
15						200	0,55
29	Зубодолбежные с ручным управлением	Обработка цилиндрических колес	Зуб предварительно прорезан	Модуль зуба, мм, до		3	0,3
30						8	0,35
31						>8	0,40
32			Без предварительной прорезки зуба				0,15

Позиция	Тип станка	Характер обработки, способ выполнения работы			Время, мин
59	Резьбофрезерные работающие гребенчатой фрезой	С ручным управлением	Фрезерование крепежной резьбы	наружной	0,20
60				внутренней	0,29

Подготовительно-заключительное время на партию деталей
Зубофрезерные станки

Карта 67

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений

Позиция	Вид обработки и наладки		Наибольший нарезаемый модуль, мм, до: 1	6	12
			Время, мин		
1	Обработка зубьев колес	на оправке	18	23	29
2		с подставками	—	30	39
Индекс			а	б	в

II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки

3	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	7,0

III. Добавлять к времени на наладку станка

4	Для обработки зубчатых колес с косым зубом	—	3,0	3,5
6	На выверку оправки для детали по индикатору	2,5	3,0	5,0
	Индекс	а	б	в

IV. На пробную обработку деталей

Позиция	Число зубьев нарезаемого колеса	Нарезаемый модуль, мм, до				
		1	3	5	8	12
		Время, мин				
7	20	1,0	1,5	2,0	3,0	3,5
8	40	1,5	2,0	2,5	4,5	5,0
9	80 и выше	2,0	2,5	3,5	7,0	8,0
Индекс		а	б	в	г	д

Подготовительно-заключительное время на партию деталей Зубодолбежные, зубошевинговальные и зубозакругляющие станки	Карта 68

I. На наладку станка, инструмента и приспособлений

Позиция	Тип станка	Вид обработки и наладки	Наибольший нарезаемый модуль, мм, до	
			6	12
			Время, мин	
1	Зубодолбежные	Обработка зубьев колес	24	28
2		Обработка колес с наклонным зубом	25	29
3		Обработка колес с внутренним зубом	26	31
Индекс			а	б

II. На получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки

6	Получение инструмента и приспособлений исполнителем работы до начала и сдача их после окончания обработки партии деталей	7,0

III. На пробную обработку деталей

Нарезаемый модуль, мм, до			3	5	8	12
9	Время на пробную обработку деталей, мин	на зубодолбежном станке	2,5	6,0	12	15
Индекс			а	б	в	г

Величины врезания и перебега инструмента	Приложение 1

1) Обработка одним резцом

Тип резцов	Угол резца в плане φ, градус	Глубина резания, мм: 1	2	4	6	8	10	12
		Врезание и перебег, мм						
Резцы проходные, подрезные и расточные	45	2	3,5	6	8	11	13	15
	60	2	3,5	4	5	7	8	9
	75	2	3,5	3	4	5	6	6
	90	3—5						

2) Обработка отверстий

Характер обработки				Диаметр инструмента, мм, до: 5	10	15	20	25	30	40	50	60
				Врезание и перебег, мм								
Сверление на проход	с одинарной заточкой			2,5	5	6	8	10	12	15	18	23
	с двойной заточкой			—	6	8	10	15	16	18	22	27
Сверление в упор				2	4	6	7	9	11	14	17	21
Зенкерование	на проход	Глубина резания, мм, до	1	—	—	3	3	3	4	4	5	5
			3	—	—	5	5	5	6	6	7	7
			5	—	—	—	7	7	8	8	9	9
			10	—	—	—	—	12	13	13	14	15
	в упор			—	—	2	2	2	3	3	4	4
Развертывание цилиндрических отверстий	на проход			8	9	15	18	19	19	24	25	26
	в упор			2	3	3	3	3	4	4	4	5

3) Обработка фрезами цилиндрическими, дисковыми, прорезными и фасонными

Глубина резания, мм	Диаметр фрезы, мм							
	25	32	40	50	63	80	100	125
	Врезание и перебег, мм							
1	6,5	7	8,5	9	10	11	13	15
5	12	13	15	17	20	22	25	28
10	—	16	19	22	26	29	33	38
14	—	—	—	24	29	33	38	43
15	—	—	—	25	29	34	39	44
18	—	—	—	—	31	36	42	47

Примечание. При чистовой обработке в целях обеспечения чистой поверхности при выходе фрезы величину врезания и перебега для дисковых фрез следует удвоить.

Приложение 2

Величина перебега инструмента в направлении главного движения
Зубодолбежные станки

Длина обрабатываемой поверхности, мм	20	50	70	85
Перебег инструмента в направлении главного движения, мм	5	8	12	15

Исходные данные для разработки программы машинного расчета норм времени при токарной обработке

Приложение 15

Вспомогательное время на установку и снятие детали при работе в самоцентрирующем патроне

Условия работы	Аналитическая формула	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора	
		a	x
Крепление ключом, без выверки. Масса детали $M = 0{,}081 \dots 8$ кг	$t_{\text{в}} = aM^x$	0,23	0,3
Крепление пневмозажимом. Масса детали $M = 0{,}081 \dots 3$ кг		0,13	0,21

Вспомогательное время, связанное с переходом (приемы, вошедшие в комплекс) при продольном точении одним резцом			Приложение 33 Лист 1		
Позиция	Диапазоны измеряемых размеров изделий *И*, мм	Аналитическая формула	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора при D_{max} = 400 мм		
			a	*x*	*y*
3	Продольное точение резцом, установленным на размер *U* = 25 ... 300 мм	$t = aU^xD^y_{max}$	0,0013	0,09	0,67
4	Продольное точение с установкой резца по лимбу упору, *И* = 25 ... 300 мм		0,01	0,12	0,38
5	Поперечное точение с установкой резца по лимбу или упору	$t = aD^y_{max}$	0,0105	—	0,50

Вспомогательное время, связанное с переходом (приемы, не вошедшие в комплекс)			Приложение 33 Лист 3	
Позиция	Наименование приемов	Аналитическая формула	Значения постоянного коэффициента и показателя степени принятого фактора при D_{max} = 400 мм	
			a	*x*
62	Изменить частоту вращения шпинделя	$t = aD^x_{max}$	0,013	0,30
63	Изменить величину или направление подачи		0,006	0,37
64	Повернуть резцовую головку (сменить инструмент)		0,0092	0,35
76	Закрыть или открыть щиток ограждения от стружки		0,0028	0,39

Извлечения из нормативов времени и режимов резания [14]

Установка в тисках				Сверлильные и фрезерные станки с ЧПУ. Карта 6					
Позиция	Способ установки деталей	Выверка	Число крепежных точек	Масса деталей, кг, до					
				1	3	5	8	12	20
				Время, мин					
1	В тисках с винтовым зажимом	Без выверки	—	0,24	0,29	0,33	0,37	0,4	0,4
2	В тисках с винтовым зажимом	С выверкой	1	2,0	2,4	2,6	2,9	3,1	3,3
3	С дополнительным креплением прижимными планками	—	2	2,3	2,7	3,0	3,3	3,5	3,8
			3	2,6	3,1	3,3	3,7	4,0	4,2
4	В тисках с пневматическим зажимом	—	—	0,15	0,17	0,2	0,25	0,3	0,38

Установка в тисках			Сверлильные и фрезерные станки с ЧПУ. Карта 6, лист 2				
Позиция	Прием		Размер очищаемой поверхности, мм				
			100×100	200×300	300×400	300×500	500×1000
			Время, мин				
1	Очистка приспособления от стружки	сжатым воздухом	0,05	0,07	0,08	0,09	0,12
2		щеткой	0,07	0,08	0,09	0,12	0,14

Позиция	Прием		Размер очищаемой поверхности, мм				
			100×100	200×300	300×400	300×500	500×1000
			Время, мин				
	Очистка приспособления от стружки	кантованием приспособления	0,04	0,05	—	—	—

Примечание. 1. Время на установку и снятие детали дано при длине детали до 800 мм.

2. При переустановке деталей время по карте применять с коэффициентом 0,8.

3. При установке деталей из легких сплавов время по карте применять с коэффициентом 1,1.

Время на управление станком

Токарные, сверлильные и фрезерные станки с ЧПУ

Карта 8

Позиция	Содержание работы	Токарные станки	Сверлильные станки	Фрезерные станки
		Время, мин		
1	Включить и выключить станок	0,04	0,04	0,04
2	Открыть и закрыть заградительный щиток	0,03	0,03	0,03
3	Включить и выключить пульт лентопротяжного механизма	0,04	0,03	0,04
4	Продвинуть перфоленту в исходное положение	0,25	0,25	0,5
5	Установить координаты *X*, *У* (время на 100 мм)	0,15	0,1	0,25
6	Ввести коррекцию (время на один корректор)	0,04	0,04	0,05

Магнитная лента

Скорость воспроизведения программы, м/мин	Время автоматической работы станка, мин															
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	120	Св. 120
	Время на перемотку ленты, мин															
12	0,08	0,2	0,4	0.6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,8
3	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0.35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2

Перфорированная лента

Перемотка ленты	Автоматическая							Ручная				
Длина ленты, м	2	4	6	8	10	15	На каждые последующие 10 м добавлять	2	4	6	8	10
Время на перемотку ленты, мин	0,045	0,09	0,13	0,18	0,22	0,33	0,18	0,8	1,0	1,3	1,5	1,7

П р и м е ч а н и е. Скорость перемотки магнитной ленты 300 м/мин.

Подготовительно-заключительное время	Сверлильные станки с ЧПУ
	Карта 12

I. На организационную подготовку

Позиция	Содержание работы	Группа станков			
		I	II	III	IV
		Наибольший диаметр просверливаемого отверстия, мм, до			
		12	25	50	75
		Время, мин			
1	Получить наряд, чертеж, технологическую документацию, программоноситель, режущий инструмент, заготовки до начала и сдачи их после окончания обработки партии:				
	а) на рабочем месте	4	4	4	4
	б) в инструментальной кладовой	5	5	7	7
2	Ознакомиться с работой, чертежом, технической документацией, осмотреть заготовки	2	2	3	3
3	Инструктаж мастера	3	3	3	3
	II. На наладку станка, инструмента и приспособлений				
4	Установить и снять: патрон	4	4	5	5
	тиски	3	2,5	4	4
	болты с планками	2	3	2,7	3,0
	приспособление, собранное на базе универсально-сборного приспособления (УСП)	5	5	6	6
5	Установить и снять режущие инструменты и заменить новыми. Время на один инструмент при быстросменном варианте	1,0	1,2	1,5	1,5
6	Установить исходные режимы работы станка (частота вращения и т. д.). Время на одно измерение	0,5	0,5	0,5	0,5
7	Установить и снять программоноситель в считывающее устройство	1,0	1,0	1,0	1,0

Примечание. Если производственной инструкцией предусматривдется пробный проход по программе без сверления с целью проверки точности обработки данной программы системой управления станком или изготовление пробной детали, то к подготовительно-заключительному времени необходимо добавлять время на пробный проход или изготовление детали.

Подачи Сталь углеродистая и легированная, чугун, алюминиевые сплавы Сверла из стали Р18 (Р6М5)	Сверление на станках с ЧПУ Карта 31

Диаметр сверла, D мм, до	Сталь углеродистая, легированная			Чугун серый и ковкий, медные и алюминиевые сплавы		
	Группа подач					
	I	II	III	I	II	III
	s, мм/об					
2	0,03—0,05	0,02—0,04	0,02—0,03	0,06—0,09	0,03—0,06	0,02—0,05
4	0,05—0,08	0,03—0,06	0,02—0,04	0,13—0,18	0,07—0,13	0,04—0,09
6	0,08—0,14	0,05—0,10	0,04—0,07	0,18—0,27	0,12—0,20	0,08—0,13
8	0,10—0,17	0,07—0,13	0,05—0,08	0,24—0,35	0,14—0,26	0,10—0,17
10	0,13—0,21	0,10—0,15	0,06—0,10	0,31—0,46	0,19—0,34	0,12—0,22
13	0,14—0,23	0,11—0,17	0,08—0,11	0,34—0,50	0,21—0,38	0,14—0,25
16	0,17—0,28	0,13—0,20	0,09—0,14	0,41—0,60	0,25—0,44	0,16—0,29
20	0,20—0,32	0,15—0,24	0,10—0,17	0,47—0,68	0,29—0,50	0,19—0,33
25	0,22—0,35	0,17—0,26	0,11—0,18	0,52—0,74	0,33—0,57	0,21—0,36
30	0,24—0,41	0,18—0,31	0,12—0,21	0,60—0,84	0,35—0,63	0,23—0,41
Св. 30 до 60	0,30—0,53	0,23—0,41	0,15—0,26	0,65—0,93	0,44—0,74	0,29—0,53

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от:

глубины сверления (для I группы подач)	Глубина сверления в диаметрах сверла D	$3D$	$5D$	$7D$	$10D$
	Коэффициент K_{ls}	1,0	0,9	0,8	0,75
материала режущей части инструмента	Марка материала инструмента	сталь Р18 (Р6М5)			сплав ВК8
	Коэффициент K_{us}	1,0			0,8

Примечание. 1. Верхние пределы подачи рекомендуются для меньшей глубины сверления менее прочных сталей и чугуна, нижние — для большей глубины сверления и большей твердости обрабатываемого материала.

2. Технологические факторы выбора подач см. в примечании к карте 46 [10].

Скорость резания Чугун серый, медные и алюминиевые сплавы Сверла из стали Р18 (Р6М5)												Сверление на станках с ЧПУ Карта 36, лист 1
Группа твердости по Бринеллю HB		Обрабатываемый материал: Чугун серый; s, мм/об, до										
100—140		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
143—229		0,15	0,18	0,23	0,30	0,40	0,53	0,71	0,98	1,28	1,68	—
170—255		—	0,15	0,18	0,23	0,30	0,40	0,53	0,71	0,98	1,28	1,68
197—269		—	0,12	0,15	0,18	0,23	0,30	0,40	0,53	0,71	0,98	1,28
Форма заточки	Диаметр сверла, мм	v, м/мин										
Двойная заточка ДП	До 20	—	—	—	25,5	22,5	20,3	18	15,8	14,3	12,8	11,3
	Св. 20	—	—	—	—	26,3	23,3	20,6	18,4	16,5	14,6	12,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИМЕР-ПРАКТИКУМ ДЛЯ АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО РАСЧЕТУ НОРМ ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭВМ

В целях приобретения учащимися навыков решения задач по нормированию труда с использованием индивидуальных компьютеров разработана и приведена ниже программа (рис. 17) на языке БЕЙСИК (РАФОС У02 — 030) для ДВК-2, инструкция по ее применению и методический пример нормирования токарной операции с использованием этой программы.

Программа позволяет выполнять нормирование одно- и многопереходных (до девяти) операций, осуществляемых на токарно-винторезном станке типа 16К20 (наибольший диаметр детали, устанавливаемой над станиной, 400 мм), при перечисленных ниже условиях.

1. Для каждого перехода обработка выполняется одним резцом. Варианты обработки, которые могут быть пронормированы по прилагаемой программе: продольное точение (растачивание) резцом, установленным на размер (диаметр обработки 25—300 мм); продольное точение (растачивание) с установкой резца по лимбу или упору (диаметр обработки 25—300 мм), поперечное точение с установкой резца по лимбу или упору.

2. Установка детали в самоцентрирующем патроне. Варианты крепления: ключом, без выверки (масса детали 0,081—8,0кг); пневмозажимом (масса детали 0,081—3,0 кг).

3. При нормировании вспомогательного времени, связанного с переходом, учитываются варианты наличия в операции следующих приемов, не вошедших в комплекс: изменить частоту вращения шпинделя; изменить величину или направление подачи; повернуть резцовую головку (сменить инструмент); открыть или закрыть щиток ограждения от стружки.

4. Вспомогательное время на контрольные измерения считается перекрываемым и при расчете нормы времени не учитывается.

5. Планировка рабочего места и порядок его обслуживания соответствуют нормативным. Тип производства — среднесерийный, трудоемкость изготовления одной партии деталей — одна смена (коэффициент серийности — 1,15).

6. Время на обслуживание рабочего места — 4 % от оперативного [13, карта 45], время на отдых и личные

```
50 A=SYS(7,0)\A=TTYSET (255%, 81%)
80 FOR I = 1 TO 24
90 PRINT
92 NEXT I
94 PRINT "РАСЧЕТ НОРМ ВРЕМЕНИ НА ТОКАРНУЮ ОПЕРАЦИЮ"
96 FOR I = 1 TO 20
98 PRINT
99 NEXT I
100 C ∝(1) = "ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ, ММ"\ C ∝(2) = "ДЛИНА ОБ-
РАБОТКИ, ММ"
110 C ∝(3) = "ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ, ОБ/МИН" \
C ∝ (4) = "ВЕЛИЧИНА ПОДАЧИ, ММ/ОБ"
130 C ∝(0) = "НАИБОЛЬШИЙ ДИАМЕТР ОБРАБОТКИ, ММ"
140 C ∝(6) = "КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕХОДОВ"
150 C ∝(7) = "МАССА ДЕТАЛИ, КГ"
200 PRINT "ВВЕДИТЕ"; C ∝(6) \INPUT N
230 T1=0.0
250 FOR J=1 TO N
270 FOR I=0 TO 4
280 PRINT C ∝(I); J; "-ГО ПЕРЕХОДА"\INPUT X(I, J)
300 NEXT I
390 PRINT "ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ РЕЗЦОМ, УСТАНОВЛЕН-
НЫМ НА РЕЗМЕР (1) "
391 PRINT "ПРОДОЛЬНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ
ИЛИ УПОРУ (2) "
392 PRINT "ПОПЕРЕЧНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ
ИЛИ УПОРУ (3) "\INPUT K3
395 K(J)=K3
396 ON K3 GO TO 397, 398, 399
397 T1=T1+1.300E-03*(X(0,J)^.09) * (400^.67) \GO TO 400
398 T1=T1+.01*(X(0, J)^.12)*(400^.38)\GO TO 400
399 T1=T1+. 0105*(400^.5)
400 NEXT J
402 PRINT "ВВЕДИТЕ КОЛИЧЕСТВО НА ОПЕРАЦИЮ:"
403 K7=0 \ K8=0 \ K9=0
405 IF N=1 GO TO 440
410 PRINT "ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ"
415 INPUT K7
420 PRINT "ИЗМЕНЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЛИ НАПРАВЛЕНИЯ ПО-
ДАЧИ"
425 INPUT K8
430 PRINT "ИЗМЕНЕНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ ИЛИ СМЕНЫ ИНСТРУ-
МЕНТА"
435 INPUT K9
```

```
440 PRINT "ОТКРЫВАНИЯ ИЛИ ЗАКРЫВАНИЯ ЩИТКА ОГ-
РАЖДЕНИЯ" .
445 INPUT K0
450 PRINT C  α(7)\ INPUT M
458 PRINT "КРЕПЛЕНИЕ КЛЮЧОМ (1) ИЛИ ПНЕВМОЗАЖИ-
МОМ (2)?"
460 IMPUT K1
470     T2=K7*.013*(400^.3)+K8*6.00E-03*(400^.37)+K9*9.20E-
-03*(400^.35)+K0*2.80E-03*(400^.39)
480 ON K1 GO TO 485, 495
485 T3=.23*(M^.3) \ GO TO 500
495 T3=.13*(M^.21)
500 T0=0.0
610 FOR I=1 TO N
620 Z(I)=(X(1,I)+2+X(2,I))/(X(4,I) * X(3,I))
630 T0=T0+Z(I)
700 NEXT I
710 U1=(T1+T2+T3) * 1.15+T0
720 U2=4*U1/100 \  U3=4*U1/100 \ U4=U1+U2+U3 \ U5=(480-
-22)/U4
725 U5=INT(U5) \ U6=U4+22/U5
730 PRINT \ PRINT \ PRINT
800 PRINT "ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВЫВОДИТЬ НА ЭКРАН
(ДА-Д)?"
810 B=SYS(1)
820 IF B=68 THEN 835
830 GO TO 1000
835 PRINT "*******************************************"
840 PRINT "КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕХОДОВ"; N
850 PRINT "*******************************************"
860 PRINT "*П* D,MM * T,MM * L,MM * N,ОБ/МИН * S,MM/ОБ * "

865 PRINT "*——————————————————————————————*"
870 FOR I=1 TO N
875 PRINT "*"; I; "*"; X(0,I), "*"; X(1,I),"*"; X(2,I),"*"; X(3,I),
"*"; X(4,I)
880 NEXT I
882 PRINT "*******************************************"
890 FOR I=1 TO N
892 ON K(I) GO TO 893, 895, 897
893 PRINT "*"; I; "*ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ РЕЗЦОМ, УСТА-
НОВЛЕННЫМ НА РАЗМЕР"
894 GO NO 898
```

```
895 PRINT "*"; I; "* ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ"
896 GO TO 898
897 PRINT "*"; I; "* ТОЧЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ"
898 NEXT I
900 PRINT "* МАССА ДЕТАЛИ                    ",M
910 ON K1 GO TO 920, 930
920 PRINT "* КРЕПЛЕНИЕ КЛЮЧОМ, БЕЗ ВЫВЕРКИ   "\ GO TO 960
930 PRINT "* КРЕПЛЕНИЕ ПНЕВМОЗАЖИМОМ     "
960 IF K7=0 GO TO 970
965 PRINT "* КОЛ-ВО ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ   ", K7
970 IF K8=0 GO TO 980
975 PRINT "* КОЛ-ВО ИЗМЕНЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЛИ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ",K8
980 IF K9=0 GO TO 990
985 PRINT "* КОЛ-ВО ИЗМЕНЕНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ ИЛИ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА", K9
990 IF K0=0 GO TO 1000
995 PRINT "* КОЛ-ВО ОТКРЫТИЙ ИЛИ ЗАКРЫТИЙ ЩИТКА ОГРАЖДЕНИЯ   ",K0
1000 PRINT "*******************************************"
1005 PRINT \ PRINT \ PRINT \PRINT
1010 PRINT"ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ (ДА – Д)?"
1020 B=SYS(1)
1030 I F B= 68 GO TO 1050
1040 GO TO 100
1050 PRINT " ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРЕХОДАМ"
1060 FOR I= 1 TO N
1070 PRINT " ПЕРЕХОД "; I,Z(I); "МИН "
1080 NEXT I
1090 PRINT " ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ СУММАРНОЕ НА ОПЕРАЦИЮ:
                                        "; T0; " МИН "
1100 PRINT " ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ:               "; U1; " МИН"
1110 PRINT " ШТУЧНОЕ ВРЕМЯ:                   "; U4; " МИН"
1120 PRINT " СМЕННАЯ НОРМА ВЫРАБОТКИ (РАЗМЕР ПАРТИИ):
                                        "; U5; " ШТ"
1130 PRINT " ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОЕ ВРЕМЯ:
                                        "; U6; "МИН "
1135 PRINT \ PRINT \ PRINT
1140 OPEN "LP:" FOR OUTPUT AS FILE #1
1150 PRINT "ВЫВОДИТЬ НА ПЕЧАТЬ (ДА – Д)? "
```

```
1160 B= SYS(1)
1170 IF B=68 GO TO 1835
1180 GO TO 3000
1835 PRINT #1, "****************************************"
1840 PRINT #1, "КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕХОДОВ "; N,
1850 PRINT #1,"****************************************"
1860 PRINT #1,"* П * D,MM * T,MM * L,MM * N,ОБ/МИН * S, MM/ОБ *"
1865 PRINT #1,"*————————————————————————————————*"
1870 FOR I=1 TO N
1875 PRINT #1,"*";I;"* ";X(0,I),"* ";X(1,I),"* ";X(2,I),"* ";X(3,I), "* ";X(4,I)
1880 NEXT I
1882 PRINT #1,"****************************************"
1890 FOR I=1 TO N
1892 ON K(I) GO TO 1893,1895,1897
1893 PRINT #1,"*";I;"* ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ РЕЗЦОМ, УСТАНОВЛЕННЫМ НА РАЗМЕР "
1894 GO TO 1898
1895 PRINT #1,"*";I;"* ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ "
1896 GO TO 1898
1897 PRINT #1,"*";I;"* ТОЧЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ "
1898 NEXT I
1899 PRINT #1,"****************************************"
1900 PRINT #1,"* МАССА ДЕТАЛИ                    ",M
1910 ON K1 GO TO 1920,1930
1920 PRINT #1,"* КРЕПЛЕНИЕ КЛЮЧОМ, БЕЗ ВЫВЕРКИ " \ GO TO 1960
1930 PRINT #1,"* КРЕПЛЕНИЕ ПНЕВМОЗАЖИМОМ "
1960 IF K7=0 GO TO 1970
1965 PRINT #1,"* КОЛ-ВО ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ                    ",K7
1970 IF K8=0 GO TO 1980
1975 PRINT #1,"* КОЛ-ВО ИЗМЕНЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЛИ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ                    ",K8
1980 IF K9=0 GO TO 1990
1985 PRINT #1,"* КОЛ-ВО ИЗМЕНЕНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ ИЛИ СМЕНЫ ИНСТРУМЕНТА                    ",K9
1990 IF K0=0 GO TO 2000
1995 PRINT #1,"* КОЛ-ВО ОТКРЫТИЙ ИЛИ ЗАКРЫТИЙ ЩИТКА ОГРАЖДЕНИЯ                    ",K0
```

```
2000 PRINT #1,"****************************************"
2050 PRINT #1," ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРЕ-
ХОДАМ: "
2060 FOR I=1 TO N
2070 PRINT #1," ПРЕЕХОД ";I,Z(I); "МИН "
2080 NEXT I
2090 PRINT #1," ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ СУММАРНОЕ НА ОПЕРА-
ЦИЮ:                                   "; T0; " МИН "
2100 PRINT #1," ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ:         "; U1; " МИН "
2110 PRINT #1," ШТУЧНОЕ ВРЕМЯ:             "; U4; " МИН "
2120 PRINT #1," СМЕННАЯ НОРМА ВЫРАБОТКИ (РАЗМЕР
ПАРТИИ):                                "; U5; " ШТ "
2130 PRINT #1, "ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОЕ ВРЕМЯ:
                                        "; U6; " МИН "
3000 CLOSE
3100 END
```

Рис. 17. Программа по расчету нормы времени на токарные операции, выполняемые на станке 16К20

потребности — 4 % от оперативного [13, карта 46], подготовительно-заключительное время — 22 мин [13, карта 46, поз. 1в, 7в] на наладку станка, инструмента и приспособлений, а также на получение и сдачу инструмента и приспособлений.

7. Величина врезания и перебега инструмента рассчитывается по формуле $l_1 = t + 2$, где t — глубина резания.

Для расчета норм времени в программе используются данные приложений 15 и 33 нормативов [13].

В соответствии с ранее изложенным порядком автоматизации расчетов норм времени (см. с. 75) учащийся прежде всего должен четко сформулировать задачу, используя указанные выше варианты токарной обработки деталей на станке 16К20. Формулировка (постановка) задачи предусматривает не только описание ее содержания, но и указание всех исходных данных.

Для проведения расчетов необходимы следующие данные.

1. Количество переходов в операции.

2. Для каждого перехода:

диаметр обработки, мм (для поперечного точения указать наибольший диаметр);

глубина резания, мм;

длина обработки, мм;

частота вращения шпинделя, об/мин;

подача, мм/об;

характер обработки.

3. Количество приемов, не вошедших в комплекс.

4. Масса детали и способ крепления.

Исходные данные вводятся с экрана дисплея по запросу ЭВМ в диалоговом режиме. По желанию пользователя исходные данные и результаты расчета выводятся на экран или на печать.

Методический пример расчета норм времени с использованием программы

Для сравнения и лучшего усвоения материала используем тот же пример, который изложен в § 8. Поэтому задача (см. формулировку на с. 83) сводится к расчету нормы времени на токарную обработку диска с односторонней втулкой. Чтобы учащийся мог быстро и безошибочно вводить в ЭВМ исходные данные, целесообразно предварительно составить форму для расчета, в которую вписываются исходные данные для конкретного расчета, что определит порядок их введения в компьютер (форма П. 1).

После запуска программы происходит очищение экрана дисплея. На первой строке появляется текст:

«РАСЧЕТ НОРМ ВРЕМЕНИ НА ТОКАРНУЮ ОПЕРАЦИЮ», а на нижней — последовательность запросов.

Процесс решения задачи состоит в следующем.

Для ввода исходных данных надо набрать соответствующее число и нажать клавишу ВК. Информация о характере обработки и способе крепления детали вводится числовым кодом, соответствующим подсказке, содержащейся в запросе.

После ввода всех исходных данных и расчета норм времени на экране дисплея появляется запрос:

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ВЫВОДИТЬ НА ЭКРАН (ДА — Д)?

При нажатии клавиши Д на экран выводится таблица, содержащая исходные данные. При нажатии любой другой клавиши таблица на экран выводиться не будет.

Далее на экране появляется запрос:

ВЫВОД РЕЗУЛЬТАТОВ (ДА — Д)?

Нажатие клавиши Д приводит к выводу на экран результатов расчета. Нажатие любой другой клавиши означает отказ от вывода результатов на экран дисплея.

Положительный ответ (нажатие клавиши Д) на последний запрос

ВЫВОДИТЬ НА ПЕЧАТЬ (ДА — Д)?

ФОРМА П.1

Исходные данные

			1	2	3	4
Количество переходов			2			
Переходы			1	2	3	4
Диаметр обработки, мм			*200*	*62*		
Глубина резания, мм			*2,5*	*1*		
Длина обработки, мм			*70*	*85*		
Частота вращения шпинделя, об/мин			*160*	*530*		
Подача, мм/об			*0,39*	*0,19*		
Точение	продольное резцом, установленным на размер	Код (1)				
	продольное, с установкой резца по лимбу	(2)		+ *		
	поперечное, с установкой резца по лимбу	(3)	+ *			

Количество изменений частоты вращения *2*
» » величины и направления подачи *2*
» » положения или смены инструмента *2*
» открытий или закрытий щитка ограждений от стружки *2*
Масса детали, кг *3,5*

Крепление (код)	ключом (1)	+ *
	пневмозажимом (2)	

* Знак «+» указывает на код принятого варианта установки резца и способа крепления детали.

приводит к выводу на печатающее устройство таблицы исходных данных и результатов расчета (табл. П. 1).

Форма и объем информации, которую можно вывести на экран и на печать полностью совпадают. При печати используются заглавные буквы русского и латинского алфавита.

На этом работа программы заканчивается. Время нормирования одного варианта задачи по данной программе составляет 1—2 мин.

Для иллюстрации работы программы приведены результаты расчета нормы времени другого варианта той же задачи, когда токарная операция расчленяется попереходно на две операции отдельно (изменяется структура операции при тех же режимах обработки) (табл. П. 2 и П. 3).

П.1. Результат расчета на экране дисплея, который выводится на печать (I вариант)

КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕХОДОВ 2

П	D, ММ	T, ММ	L, ММ	N, ОБ/МИН	S, ММ/ОБ
1	200	2,5	70	160	0,39
2	62	1	85	530	0,19

1	ТОЧЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ
2	ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ

МАССА ДЕТАЛИ, КГ 3,5
КРЕПЛЕНИЕ КЛЮЧОМ, БЕЗ ВЫВЕРКИ
КОЛИЧЕСТВО ИЗМЕНЕНИЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ 2
КОЛИЧЕСТВО ИЗМЕРЕНИЙ ВЕЛИЧИНЫ ИЛИ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧИ 2
КОЛИЧЕСТВО ИЗМЕНЕНИЙ ПОЛОЖЕНИЯ ИЛИ СМЕНА ИНСТРУМЕНТА 2
КОЛИЧЕСТВО ОТКРЫТИЙ ИЛИ ЗАКРЫТИЙ ВИТКА ОГРАЖДЕНИЯ ОТ СТРУЖКИ 2

ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРЕХОДАМ:
ПЕРЕХОД 1 . . . 1,19391 МИН
ПЕРЕХОД 2 . . . 0,873883 МИН
ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ — СУММАРНОЕ НА ОПЕРАЦИЮ 2,06779 МИН
ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ . . . . 3,49098 МИН
ШТУЧНОЕ ВРЕМЯ . . . . 3,77026 МИН
СМЕННАЯ НОРМА ВЫРАБОТКИ (РАЗМЕР ПАРТИИ) 121 ШТ.
ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОЕ ВРЕМЯ . . . . . . 3,95208 МИН

П.2. Результат расчета на экране дисплея (II вариант) — операция 1

КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕХОДОВ 1

П	D, ММ	T, ММ	L, ММ	N, ОБ/МИН	S, ММ/ОБ
1	200	2,5	70	160	0,39

1	ТОЧЕНИЕ ПОПЕРЕЧНОЕ С УСТАНОВКОЙ РЕЗЦА ПО ЛИМБУ ИЛИ УПОРУ

МАССА ДЕТАЛИ, КГ 3,5
КРЕПЛЕНИЕ КЛЮЧОМ, БЕЗ ВЫВЕРКИ
КОЛИЧЕСТВО ОТКРЫТИЙ ИЛИ ЗАКРЫТИЙ ВИТКА ОГРАЖДЕНИЯ ОТ СТРУЖКИ 2

ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРЕХОДАМ:
ПЕРЕХОД 1 . . . 1,19391 МИН
ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ — СУММАРНОЕ НА ОПЕРАЦИЮ 1,19391 МИН
ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ . . . . 1,88721 МИН
ШТУЧНОЕ ВРЕМЯ . . . . 2,03818 МИН
СМЕННАЯ НОРМА ВЫРАБОТКИ (РАЗМЕР ПАРТИИ) 224 ШТ.
ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОЕ ВРЕМЯ . . . . . . 2,1364 МИН

П.3. Результат расчета на экране дисплея (II вариант) — операция 2

КОЛИЧЕСТВО ПЕРЕХОДОВ 1					
П	D, ММ	T, ММ	L, ММ	N, ОБ/МИН	S, ММ/ОБ
1	62	1	85	530	0,19
1 ТОЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНОЕ РЕЗЦОМ, УСТАНОВЛЕННЫМ НА РАЗМЕР					
МАССА ДЕТАЛИ, КГ . . . . 3,5 КРЕПЛЕНИЕ КЛЮЧОМ, БЕЗ ВЫВЕРКИ КОЛИЧЕСТВО ОТКРЫТИЙ ИЛИ ЗАКРЫТИЙ ВИТКА ОГРАЖДЕНИЯ ОТ СТРУЖКИ 2					
ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРЕХОДАМ: ПЕРЕХОД 1 . . . 0,873883 МИН ОСНОВНОЕ ВРЕМЯ — СУММАРНОЕ НА ОПЕРАЦИЮ 0,873883 МИН ОПЕРАТИВНОЕ ВРЕМЯ . . . . 1,44572 МИН ШТУЧНОЕ ВРЕМЯ . . . . 1,56138 МИН СМЕННАЯ НОРМА ВЫРАБОТКИ (РАЗМЕР ПАРТИИ) 293 ШТ. ШТУЧНО-КАЛЬКУЛЯЦИОННОЕ ВРЕМЯ . . . . . 1,63647 МИН					

Используя приведенную на рис. 17 программу и выполняя многовариантные расчеты в пределах указанных ограничений, можно рекомендовать учащимся провести анализ полученных результатов и установить наиболее прогрессивную норму времени на токарную обработку детали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ленин В. И.** «Научная» система выжимания пота. Полн. собр. соч. Т. 23. С. 18—19.

2. **Ленин В. И.** Очередные задачи советской власти. Полн. собр. соч. Т. 36. С. 165—208.

3. **Ленин В. И.** Великий почин. Полн. собр. соч. Т. 39. С. 1—29.

4. **КПСС** о научной организации труда. М.: Политиздат, 1980. 271 с.

5. **Конституция** (Основной закон) Союза Советских Социалистических республик. М.: Юридическая литература, 1986. 46 с.

6. **Материалы** XXVII съезда Коммунистической партии Советского Союза. М.: Политиздат, 1986. 352 с.

7. **О коренной** перестройке управления экономикой: Сборник документов. М.: Политиздат, 1986. 352 с.

8. **Гальцов А. Д.** Организация работ по нормированию труда на машиностроительном предприятии. М.: Машиностроение, 1984. 200 с.

9. **Мовчин В. Н., Мовчин С. В.** Сборник задач по техническому нормированию в механических цехах. М.: Машиностроение, 1983. 156 с.

10. **Общемашиностроительные** нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. I. М.: Машиностроение, 1974. 416 с.

11. **Общемашиностроительные** нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. II. М.: Машиностроение, 1974. 200 с.

12. **Общемашиностроительные** нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Ч. III. М.: НИИТруда, 1978. 360 с.

13. **Общемашиностроительные** нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках: среднесерийное и крупносерийное производство. М.: НИИтруда, 1984. 469 с.

14. **Общемашиностроительные** нормативы времени и режимов резания на работы, выполняемые на металлорежущих станках с программным управлением. М.: НИИтруда, 1980. 203 с.

15. **Общемашиностроительные** нормативы времени на горячую штамповку: Массовое, крупносерийное и серийное производство. М.: Машиностроение, 1974. 114 с.

16. **Общемашиностроительные** нормативы на ковку на молотах и прессах. М.: НИИтруда, 1983. 143 с.

17. **Общемашиностроительные** нормативы времени на обслуживание автоматических штамповочных линий. М.: НИИтруда, 1984. 36 с.

18. **Общемашиностроительные** нормативы времени на очистные, обрубные дробеструйные и травильные работы: Массовое, крупносерийное, среднесерийное, мелкосерийное и единичное производство. М.. Экономика, 1988. 189 с.

19. **Общемашиностроительные** нормативы времени на смесеприготовительные, стержневые и формовочные работы. М.: Машиностроение, 1975. 213 с.

20. **Общемашиностроительные** нормативы времени на заготовительные работы по металлоконструкциям. М.: НИИтруда, 1984. 236 с.

21. **Общемашиностроительные** нормативы времени на слесарную обработку деталей и слесарно-сборочные работы по сборке машин и приборов в условиях массового, крупносерийного и серийного типов производства. М.: НИИтруда, 1982. 207 с.

22. **Общемашиностроительные** нормативы времени на слесарные работы по ремонту оборудования. М.: НИИтруда, 1973. 235 с.

23. **Общемашиностроительные** нормативы времени на электродуговую сварку. М.: Машиностроение, 1984. 127 с.

24. **Общемашиностроительные** нормативы времени на газовую сварку. М.: НИИтруда, 1982. 47 с.

25. **Общемашиностроительные** нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ: Многостаночное обслуживание. 2-е изд. М.: НИИтруда, 1975. 334 с.

26. **Основные** методические положения по нормированию труда рабочих в народном хозяйстве/НИИтруда. М.: Экономика, 1977. 183 с.

27. **Положение** об организации нормирования труда в народном хозяйстве: Нормативные материалы по нормированию труда. М.: Экономика, 1986. 50 с.

28. **Справочник** нормировщика/Под ред. А. В. Ахумова. Л.: Машиностроение, 1986. 458 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Силантьева Нина Александровна

Малиновский Виктор Романович

ТЕХНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ТРУДА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Редактор *А. В. Почтарева*
Художественный редактор *В. Д. Лыськов*
Технический редактор *Л. А. Макарова*
Корректоры: *Л. Л. Георгиевская, А. П. Сизова*

ИБ № 5987

Сдано в набор 11.07.89. Подписано в печать 04.12.89. Т-08262. Формат 84×108/32. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 13,44. Усл. кр.-отт. 13,44. Уч.-изд. л. 14,33. Тираж 73 000 экз. Заказ 839. Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Машиностроение», 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Типография № 6 ордена Трудового Красного Знамени издательства «Машиностроение» при Государственном комитете СССР по печати.
193144, Ленинград, ул. Моисеенко, 10

